



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106838795 A  
(43)申请公布日 2017.06.13

(21)申请号 201710137750.7

F21V 33/00(2006.01)

(22)申请日 2017.03.09

G01C 13/00(2006.01)

(71)申请人 武汉理工大学

G01W 1/02(2006.01)

地址 430070 湖北省武汉市洪山区珞狮路  
122号

F21W 111/047(2006.01)

F21Y 115/10(2016.01)

(72)发明人 周春辉 陈铭章 徐才云 张磊  
文元桥 甘浪雄 万志鹏 马伟皓  
王晨阳

(74)专利代理机构 湖北武汉永嘉专利代理有限  
公司 42102

代理人 王丹 刘琰

(51)Int.Cl.

F21S 9/03(2006.01)

F21S 9/04(2006.01)

F21V 23/00(2015.01)

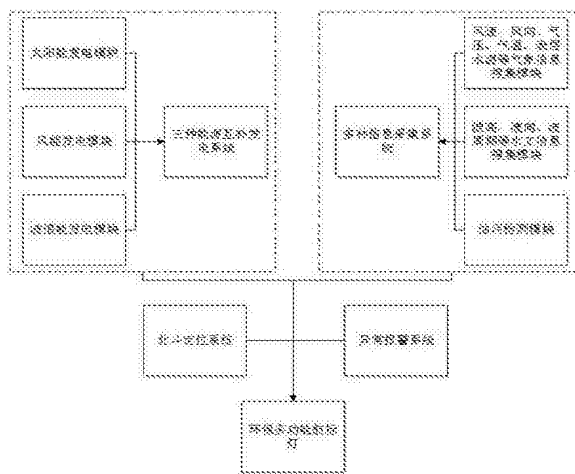
权利要求书2页 说明书13页 附图5页

## (54)发明名称

一种新型多功能环保航标灯

## (57)摘要

本发明公开了一种新型多功能环保航标灯，包括航标灯主体，航标灯主体内部还固定设置有电池组模块；清洁能源互补发电系统包括太阳能发电装置、风能发电装置和波浪能发电装置；多信息采集系统包括气象信息采集模块、水文信息采集模块和油污检测模块；定位与通讯系统，用于获取航标灯的位置信息和远程数据通讯；远程管理系统，用于通过人机交互界面显示接收到的航标灯位置信息、气象信息、水文信息和油污信息，对航标灯的偏移情况、航标灯的明暗状态、电池组模块的充电情况进行实时监控，当航标灯工作状态发生异常时进行自动报警。本发明利用太阳能、风能、波浪能供电，能自动地对海面波浪、气温和气压的等水文气象要素进行遥测。



1. 一种新型多功能环保航标灯,其特征在于,包括:航标灯主体,设置在航标灯主体上的清洁能源互补发电系统、多信息采集系统和定位与通讯系统,以及与航标灯主体通过无线方式连接的远程管理系统;其中:

清洁能源互补发电系统包括太阳能发电装置(3)、风能发电装置(4)和波浪能发电装置(1);该系统用于采集太阳能、风能和波浪能并转化为电能,存储至电池组模块中;

航标灯主体包括设置在底部的浮体(12),波浪能发电装置(1)设置在浮体(12)重心位置的下方,太阳能发电装置(3)和风能发电装置(4)设置在浮体(12)的上表面,太阳能发电装置(3)和风能发电装置(4)均以浮体(12)的重心为对称中心呈中心对称排布;浮体(12)的重心位置上还设置有机盒(10)和电池组模块(11),机盒(10)上方设置有航标灯架(5),航标灯架(5)的顶部设置有航标灯(6);航标灯(6)通过机盒(10)与电池组模块(11)相连;

多信息采集系统,包括气象信息采集模块、水文信息采集模块和油污检测模块;该系统用于采集气象信息、水文信息和油污信息,并与定位与通讯系统相连,将采集到的信息发送给定位与通讯系统;

定位与通讯系统,用于获取航标灯的位置信息,并将位置信息以及接收到的气象信息、水文信息和油污信息通过无线通讯的方式实时发送给远程管理系统;

远程管理系统,用于通过人机交互界面显示接收到的航标灯位置信息、气象信息、水文信息和油污信息,对航标灯的偏移情况、航标灯的明暗状态、电池组模块的充电情况进行实时监控,当航标灯工作状态发生异常时进行自动报警。

2. 根据权利要求1所述的新型多功能环保航标灯,其特征在于,气象信息采集模块包括风速传感器、风向传感器、温度传感器和气压传感器;其中:

风速传感器每隔3秒采集一次风速信息,并保存周期为1分钟和10分钟的最大风速和平均风速;

风向传感器每隔3秒采集一次风向信息,并保存周期为1分钟和10分钟的最大风向和平均风向,最大风向为最大风速对应的风向,平均风向为平均风速对应的风向;

温度传感器每隔3秒采集一次气温和表层水温,并保存周期为1分钟的平均温度值,平均温度值由1分钟内0秒开始到60秒结束的21次采样结果中,剔除3个最大值和3个最小值后取的平均值;

气压传感器实时采集大气压力值,并保存周期为1分钟和1天内的平均大气压力值。

3. 根据权利要求1所述的新型多功能环保航标灯,其特征在于,水文信息采集模块包括倾角传感器、方位传感器和垂直加速度计,航标灯主体内部设置有垂摆;倾角传感器和方位传感器用于测量垂摆的转角大小和方向,进而得到航标灯随波面纵倾和横倾两组参数,通过这两组参数计算出浮标倾斜的方位角;垂直加速度计用于测量反映波面升沉运动加速度的持续变化信号,对其进行处理得到波高和对应的波周期;

水文信号采集模块输出的水文数据包括:最大波高和最大波周期,十分之一大波波高和十分之一大波周期,有效波高和有效波周期,平均波高和平均周期以及波浪方向。

4. 根据权利要求1所述的新型多功能环保航标灯,其特征在于,油污检测模块包括多个灯载油污传感器,用于实时监测水域含油量,当监测到油污时,根据不同的油污浓度,发出相应级别的报警。

5. 根据权利要求1所述的新型多功能环保航标灯,其特征在于,定位与通讯系统包括

GPRS数据通讯模块,GPRS数据通讯模块用于实现航标灯与远程管理系统之间的数据通讯。

6. 根据权利要求1所述的新型多功能环保航标灯,其特征在于,定位与通讯系统包括北斗定位系统,北斗定位系统用于实时获取航标灯的位置信息。

7. 根据权利要求1所述的新型多功能环保航标灯,其特征在于,电池组模块采用多个锂离子电池单体通过串并联方式构成的电池组,且电池组模块内设置有电池热管理模块,电池热管理模块用于对电池组内部的温度场进行调控,使电池组温度控制在工作温度范围内,并保持温度场分布的均匀;电池热管理模块中设置有热导片,热导片为嵌有PTC板的铝片。

8. 根据权利要求1所述的新型多功能环保航标灯,其特征在于,太阳能发电装置(3)采用模组化太阳能板,包括多个串联后并联的太阳能板以及太阳能板支架(2),太阳能板安装在太阳能板支架(2)上。

9. 根据权利要求1所述的新型多功能环保航标灯,其特征在于,风能发电装置(4)包括塔架,塔架上设置有发电装置,发电装置一端连接有风轮,另一端连接有尾翼,发电装置内还设置有限速装置。

10. 根据权利要求1所述的新型多功能环保航标灯,其特征在于,波浪能发电装置(1)、太阳能发电装置(3)和风能发电装置(4)均设置防反冲二极管,三个装置之间并联后与电池组模块(11)相连。

## 一种新型多功能环保航标灯

### 技术领域

[0001] 本发明涉及水上交通运输工具领域,尤其涉及一种新型多功能环保航标灯。

### 背景技术

[0002] 航标是以促进船舶和水上交通安全为目的而设计的、在船舶之外运行的一种装置或系统。随着传感技术、信息传输技术的不断引入,航标的功能正变得越来越丰富。新型的多功能航标除了具有传统的助航功能外,还集成了多种传感器,用于实时的采集航标周围的气象水文以及航标状态等相关信息。当前的多功能航标,大多采用了太阳能电池与蓄电池组合供电的方式,但以我国成山角地区为例,常年雾气重,连续的雾霾天气,容易导致多功能航标系统因供电不足而无法正常工作,供电系统逐渐成为多功能航标发展的瓶颈。

[0003] 与此同时,石油、天然气和煤炭等不可再生能源频频告急,越来越多的国家开始重视开发新能源,大力开发和利用太阳能、风能、波浪能等可再生资源。建设资源节约型、环境友好型社会已经成为我国的目标。

### 发明内容

[0004] 本发明要解决的技术问题在于针对现有技术中航标灯功能单一的缺陷,提供一种新型多功能环保航标灯。

[0005] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是:

[0006] 本发明提供一种新型多功能环保航标灯,包括:航标灯主体,设置在航标灯主体上的清洁能源互补发电系统、多信息采集系统和定位与通讯系统,以及与航标灯主体通过无线方式连接的远程管理系统;其中:

[0007] 清洁能源互补发电系统包括太阳能发电装置、风能发电装置和波浪能发电装置;该系统用于采集太阳能、风能和波浪能并转化为电能,存储至电池组模块中;

[0008] 航标灯主体包括设置在底部的浮体,波浪能发电装置设置在浮体重心位置的下方,太阳能发电装置和风能发电装置设置在浮体的上表面,太阳能发电装置和风能发电装置均以浮体的重心为对称中心呈中心对称排布;浮体的重心位置上还设置有机盒和电池组模块,机盒上方设置有航标灯架,航标灯架的顶部设置有航标灯;航标灯通过机盒与电池组模块相连;

[0009] 多信息采集系统,包括气象信息采集模块、水文信息采集模块和油污检测模块;该系统用于采集气象信息、水文信息和油污信息,并与定位与通讯系统相连,将采集到的信息发送给定位与通讯系统;

[0010] 定位与通讯系统,用于获取航标灯的位置信息,并将位置信息以及接收到的气象信息、水文信息和油污信息通过无线通讯的方式实时发送给远程管理系统;

[0011] 远程管理系统,用于通过人机交互界面显示接收到的航标灯位置信息、气象信息、水文信息和油污信息,对航标灯的偏移情况、航标灯的明暗状态、电池组模块的充电情况进行实时监控,当航标灯工作状态发生异常时进行自动报警。

[0012] 进一步地,本发明的气象信息采集模块包括风速传感器、风向传感器、温度传感器和气压传感器;其中:

[0013] 风速传感器每隔3秒采集一次风速信息,并保存周期为1分钟和10分钟的最大风速和平均风速;

[0014] 风向传感器每隔3秒采集一次风向信息,并保存周期为1分钟和10分钟的最大风向和平均风向,最大风向为最大风速对应的风向,平均风向为平均风速对应的风向;

[0015] 温度传感器每隔3秒采集一次气温和表层水温,并保存周期为1分钟的平均温度值,平均温度值由1分钟内0秒开始到60秒结束的21次采样结果中,剔除3个最大值和3个最小值后取的平均值;

[0016] 气压传感器实时采集大气压力值,并保存周期为1分钟和1天内的平均大气压力值。

[0017] 进一步地,本发明的水文信息采集模块包括倾角传感器、方位传感器和垂直加速度计,航标灯主体内部设置有垂摆;倾角传感器和方位传感器用于测量垂摆的转角大小和方向,进而得到航标灯随波面纵倾和横倾两组参数,通过这两组参数计算出浮标倾斜的方位角;垂直加速度计用于测量反映波面升沉运动加速度的持续变化信号,对其进行处理得到波高和对应的波周期;

[0018] 水文信号采集模块输出的水文数据包括:最大波高和最大波周期,十分之一大波波高和十分之一大波周期,有效波高和有效波周期,平均波高和平均周期以及波浪方向。

[0019] 进一步地,本发明的油污检测模块包括多个灯载油污传感器,用于实时监测水域含油量,当监测到油污时,根据不同的油污浓度,发出相应级别的报警。

[0020] 进一步地,本发明的定位与通讯系统包括GPRS数据通讯模块,GPRS数据通讯模块用于实现航标灯与远程管理系统之间的数据通讯。

[0021] 进一步地,本发明的定位与通讯系统包括北斗定位系统,北斗定位系统用于实时获取航标灯的位置信息。

[0022] 进一步地,本发明的电池组模块采用多个锂离子电池单体通过串并联方式构成的电池组,且电池组模块内设置有电池热管理模块,电池热管理模块用于对电池组内部温度场进行调控,使电池组温度控制在工作温度范围内,并保持温度场分布的均匀;电池热管理模块中设置有热导片,热导片为嵌有PTC板的铝片。

[0023] 进一步地,本发明的太阳能发电装置采用模组化太阳能板,包括多个串联后并联的太阳能板以及太阳能板支架,太阳能板安装在太阳能板支架上。

[0024] 进一步地,本发明的风能发电装置包括塔架,塔架上设置有发电装置,发电装置一端连接有风轮,另一端连接有尾翼,发电装置内还设置有限速装置。

[0025] 进一步地,本发明的波浪能发电装置、太阳能发电装置和风能发电装置均设置防反冲二极管,三个装置之间并联后与电池组模块相连。

[0026] 本发明产生的有益效果是:本发明的新型多功能环保航标灯,通过利用太阳能、风能、波浪能三种能源互补发电,能实现电能的储存和电能的合理分配,在不需要外部电源的情况下能够在正常海洋环境下自动、定时采集海洋数据的航标灯。本发明设计的航标灯研究了太阳能、风能、波浪能的发电能力,使其发电量能够满足航标灯正常工作,而且在电路的控制下多种传感器的协同工作来采集多种海洋数据。

## 附图说明

[0027] 下面将结合附图及实施例对本发明作进一步说明,附图中:

[0028] 图1为本发明实施例的新型多功能环保航标灯组成模块图。

[0029] 图2为本发明实施例的新型多功能环保航标灯结构图。

[0030] 图3为本发明实施例的光伏电池等效电路图。

[0031] 图4为本发明实施例的SGSN和GGSN的加入方法。

[0032] 图5为本发明实施例的GPRS系统结构图。

[0033] 图6为本发明实施例的GSM体系结构。

[0034] 图7为本发明实施例的LFP电池充放电效率随温度变化趋势。

[0035] 图8为本发明实施例的电池热管理示意图。

[0036] 图9为本发明实施例的休眠工作模式。

[0037] 图10是本发明实施例的结构示意图。

[0038] 图中:1-波浪能发电装置,2-太阳能板支架,3-太阳能发电装置,4-风能发电装置,5-航标灯架,6-航标灯,7-无人机充电平台,8-放置太阳能航标灯的平台,9-电机,10-机盒,11-电池组模块,12-浮体,13-配重块。

## 具体实施方式

[0039] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0040] 如图1所示,本发明实施例的新型多功能环保航标灯,包括:航标灯主体,设置在航标灯主体上的清洁能源互补发电系统、多信息采集系统和定位与通讯系统,以及与航标灯主体通过无线方式连接的远程管理系统;其中:

[0041] 清洁能源互补发电系统包括太阳能发电装置3、风能发电装置4和波浪能发电装置1;该系统用于采集太阳能、风能和波浪能并转化为电能,存储至电池组模块中;

[0042] 航标灯主体包括设置在底部的浮体12,波浪能发电装置1设置在浮体12重心位置的下方,太阳能发电装置3和风能发电装置4设置在浮体12的上表面,太阳能发电装置3和风能发电装置4均以浮体12的重心为对称中心呈中心对称排布;浮体12的重心位置上还设置有机盒10和电池组模块11,机盒10上方设置有航标灯架5,航标灯架5的顶部设置有航标灯6;航标灯6通过机盒10与电池组模块11相连;

[0043] 多信息采集系统,包括气象信息采集模块、水文信息采集模块和油污检测模块;该系统用于采集气象信息、水文信息和油污信息,并与定位与通讯系统相连,将采集到的信息发送给定位与通讯系统;

[0044] 定位与通讯系统,用于获取航标灯的位置信息,并将位置信息以及接收到的气象信息、水文信息和油污信息通过无线通讯的方式实时发送给远程管理系统;

[0045] 远程管理系统,用于通过人机交互界面显示接收到的航标灯位置信息、气象信息、水文信息和油污信息,对航标灯的偏移情况、航标灯的明暗状态、电池组模块的充电情况进行实时监控,当航标灯工作状态发生异常时进行自动报警。

[0046] 气象信息采集模块包括风速传感器、风向传感器、温度传感器和气压传感器；其中：

[0047] 风速传感器每隔3秒采集一次风速信息，并保存周期为1分钟和10分钟的最大风速和平均风速；

[0048] 风向传感器每隔3秒采集一次风向信息，并保存周期为1分钟和10分钟的最大风向和平均风向，最大风向为最大风速对应的风向，平均风向为平均风速对应的风向；

[0049] 温度传感器每隔3秒采集一次气温和表层水温，并保存周期为1分钟的平均温度值，平均温度值由1分钟内0秒开始到60秒结束的21次采样结果中，剔除3个最大值和3个最小值后取的平均值；

[0050] 气压传感器实时采集大气压力值，并保存周期为1分钟和1天内的平均大气压力值。

[0051] 水文信息采集模块包括倾角传感器、方位传感器和垂直加速度计，航标灯主体内部设置有垂摆；倾角传感器和方位传感器用于测量垂摆的转角大小和方向，进而得到航标灯随波面纵倾和横倾两组参数，通过这两组参数计算出浮标倾斜的方位角；垂直加速度计用于测量反映波面升沉运动加速度的持续变化信号，对其进行处理得到波高和对应的波周期；

[0052] 水文信号采集模块输出的水文数据包括：最大波高和最大波周期，十分之一大波波高和十分之一大波周期，有效波高和有效波周期，平均波高和平均周期以及波浪方向。

[0053] 油污检测模块包括多个灯载油污传感器，用于实时监测水域含油量，当监测到油污时，根据不同的油污浓度，发出相应级别的报警。

[0054] 定位与通讯系统包括GPRS数据通讯模块，GPRS数据通讯模块用于实现航标灯与远程管理系统之间的数据通讯。定位与通讯系统包括北斗定位系统，北斗定位系统用于实时获取航标灯的位置信息。

[0055] 电池组模块采用多个锂离子电池单体通过串并联方式构成的电池组，且电池组模块内设置有电池热管理模块，电池热管理模块用于对电池组内部的温度场进行调控，使电池组温度控制在工作温度范围内，并保持温度场分布的均匀；电池热管理模块中设置有热导片，热导片为嵌有PTC板的铝片。

[0056] 太阳能发电装置3采用模组化太阳能板，包括多个串联后并联的太阳能板以及太阳能板支架2，太阳能板安装在太阳能板支架2上。

[0057] 风能发电装置4包括塔架，塔架上设置有发电装置，发电装置一端连接有风轮，另一端连接有尾翼，发电装置内还设置有限速装置。

[0058] 波浪能发电装置1、太阳能发电装置3和风能发电装置4均设置防反冲二极管，三个装置之间并联后与电池组模块11相连。

[0059] 浮体12底部设置有配重块13，太阳能发电装置3上均设置有用于调整角度的电机9。航标灯架5上设置有无人机充电平台7，机盒10上预留有用于无人机充电的充电接口。航标灯架5上设置有放置太阳能航标灯的平台8。

[0060] 在本发明的另一个具体实施例中：

[0061] (一) 多功能航标灯结构与功能

[0062] (1) 多功能航标灯结构

[0063] 多功能航标灯由三部分构成：航标部分、通信网络的构建、基座部分，该系统可测量风速、风向、气压、气温、表层水温、波高、波向、波周期、等水文要素。

[0064] 航标主要由浮体、尾架、配重、灯架、航标灯座、太阳能发电设备、风能发电设备、波浪能发电设备、航标灯、蓄电池、各种仪器安装支架、锚系环等部分组成。浮标部分主要工作在环境恶劣的海面，需要经受恶劣天气、腐蚀性盐雾、大温差等考验，起着数据采集、处理和传输的作用。移动端接收设备由多个功能模块组成，软件采用Java语言开发，能够接收及显示该系统所采集到的数据。

[0065] (2) 主要功能

[0066] 1、气象数据的采集

[0067] 气象数据主要采用风速传感器、气压传感器、温度传感器等传感器技术对风速、风向、气压、气温及表层水温进行测量。

[0068] a) 风速

[0069] 风速是指空气质点经过的距离与经过该距离所需时间的比值。要测量的风速参数如下：

[0070] 风参数每3秒采样1次，每个3秒的整数时间采样风向；周期内3秒极大风速——以3秒钟为单位所对应的周期内风速最大值；周期内1分钟最大风速——以1分钟为单位所对应的周期内风速最大值；周期内10分钟最大风速——以10分钟为单位所对应的周期内风速最大值；周期点10分钟平均风速——以10分钟为单位所对应的周期点前的平均风速；日3秒极大风速——以3秒钟为单位所对应的日风速最大值；日1分钟最大风速——以1分钟为单位所对应的日风速最大值；日10分钟最大风速——以10分钟为单位所对应的日风速最大值。

[0071] b) 风向

[0072] 风向是指风吹来的方向，要测量的风向参数如下：

[0073] 周期内3秒极大风向——周期内3秒极大风速所对应的风向值；周期内1分钟最大风向——周期内1分钟最大风速所对应的风向值；周期内10分钟最大风向——周期内10分钟最大风速所对应的风向值；周期点10分钟平均风向——周期点10分钟平均风速所对应的风向值；日3秒极大风向——日3秒极大风速所对应的风向值；日1分钟最大风向——日1分钟最大风速所对应的风向值；日10分钟最大风向——日10分钟最大风速所对应的风向值。

[0074] c) 气压

[0075] 气压指作用在单位面积上的大气压力。要测量的气压参数如下：

[0076] 周期点气压——周期点前1分钟平均大气压力；周期内最高气压——周期内的1分钟平均最高气压；周期内最低气压——周期内的1分钟平均最低气压；日内最高气压——周期内的1分钟平均最高气压；日内最低气压——周期内的1分钟平均最低气压。

[0077] d) 气温、表层水温

[0078] 气温、表层水温参数采样间隔3秒，每个3秒整数时间采样温值。要测量的气压参数如下：

[0079] 一分钟平均温值：由前一分钟0秒开始到本分钟0秒结束的21次采样剔除3个最大值和3个最小值取平均获得。

[0080] 2、水文数据的采集

[0081] 倾角传感器配合位于其上方的方位传感器进行波向参数的测量：当浮标随波面发



生倾斜时,垂摆绕其摆心保持铅直状态。此时,垂摆位角不同,摆轴做顺时针或逆时针转动,这样通过测量摆轴的转角大小和方向就可以得到浮标随波面纵倾和横倾两组参数,利用这两组参数便可以计算出浮标倾斜的方位角。这个方位角也反映了波面倾斜的方向。然后通过测量摆轴旋转加速度和方向计算出来的这个波面倾斜方向是相对于倾角传感器自身测量极限的方向。这个相对方向经由方位传感器测得的浮标方位对传感器基线做校正,最后得到波面倾斜的地磁方向。

[0082] 海浪:

[0083] (1) 波高,指相邻的波峰与波谷间的铅直距离。波周期,相邻两个波峰或两个波谷经过某固定点的时间间隔称一个波的周期。波向,波浪传来的方向。

[0084] 测量波高的垂直加速度计安装在垂直摆的摆盒内。垂摆为垂直加速度计提供所需的“垂直运动”测量环境。采用重力加速度原理进行波高和周期的测量:当浮标随波面变化作升沉运动时,安装在浮标内的垂直加速度计输出一个反映波面升沉运动加速度的持续变化信号,该信号通过二次积分电路处理后,即可得到对应于波面升沉高度变化的电压信号,将该信号进行模数转换和计算处理后就可以得到波高的各种特征值及其对应的波周期。

[0085] 倾角传感器配合位于其上方的方位传感器进行波向参数的测量:当浮标随波面发生倾斜时,垂摆绕其摆心保持铅直状态。此时,垂摆位角不同,摆轴做顺时针或逆时针转动,这样通过测量摆轴的转角大小和方向就可以得到浮标随波面纵倾和横倾两组参数,利用这两组参数便可以计算出浮标倾斜的方位角。这个方位角也反映了波面倾斜的方向。然后通过测量摆轴旋转加速度和方向计算出来的这个波面倾斜方向是相对于倾角传感器自身测量极限的方向。这个相对方向经由方位传感器测得的浮标方位对传感器基线做校正,最后得到波面倾斜的地磁方向。

[0086] 要测量的海浪参数如下:

[0087] 最大波高和最大波周期——最大波高是海浪连续记录中波高的最大值,其对应周期为最大波周期;

[0088] 十分之一大波波高和十分之一大波周期——十分之一大波波高是海浪连续记录中波高总个数的十分之一大波的波高平均值,其对应周期的平均值为十分之一大波周期;

[0089] 有效波高和有效波周期——有效波高是海浪连续记录中波高总个数的三分之一大波的波高平均值;其对应周期的平均值为有效波周期;

[0090] 平均波高和平均周期——平均波高是海浪连续记录中波高总个数的波高平均值,其对应周期的平均值为平均周期。

[0091] (2) 波浪方向——波浪在16个标准方位上的出现百分比,这16个标准方位是指:N, NNE, NE, ENE, E, ESE, SE, SSE, S, SSW, SW, WSW, W, WNW, NW, NNW。

[0092] 3、油污监测

[0093] 灯载油污传感器实时监测水域含油量,当监测到油污时根据不同的油污浓度,发出相应级别的报警,为主管部门控制油污的扩散赢得时间。

[0094] 4、异常报警

[0095] 采用先进的无线通信技术后,系统能通过遥测监控系对百里之外航标的偏移情

况、航标灯的明暗状态、太阳能电池的充电情况进行实时监控,当航标工作状态发生异常时就会自动报警。在航标受到船舶撞击漂移时,还能自动跟踪肇事船舶,并将其信息上报海事主管部门。

## [0096] (二) 新能源发电原理

### [0097] 1、太阳能发电原理

[0098] 目前,太阳能的利用主要通过两个方式:光热转换和光电转换。光热转换指利用各种集热器件把太阳辐射的能量转换为热能如太阳能热水器;光电转换指利用太阳能电池将太阳光直接转换为电能。常用的太阳能电池包括:有机太阳能电池、薄膜太阳能电池、聚光太阳能电池及晶硅太阳能电池几大类。不同种类的电池,光电转换率也不同,目前的太阳能光电转化率约18%~40%。

[0099] 光伏发电系统充分利用海洋的太阳能,通过光伏电池将太阳能转化为电能。光伏电池的原理是利用光伏效应实现能量转换,由于半导体PN结的光伏效应强,所以光伏电池基本都是由半导体材料构成。光伏电池材料主要有硅、化合物半导体材料两大类,其中,硅电池分为单晶硅、多晶硅和非晶硅三类,对于化合物半导体电池,目前应用较多的是GaAs和InP等。

[0100] 光伏电池在使用中一般是将一定数量的单个电池串联起来组成光伏电池模块,再根据实际情况,将电池模块进行串联或并联,构成光伏阵列,满足电压或电流的需求。

[0101] 光伏电池是非线性元件,其输出功率受光照和温度的影响较大。

[0102] 根据光伏电池等效电路可以得到以下关系式

$$[0103] \quad I_d = I_o \left\{ \exp \left[ \frac{qV_d}{nKT} \right] - 1 \right\} = I_o \left\{ \exp \left[ \frac{q(V + IR_s)}{nKT} \right] - 1 \right\} \quad (1)$$

$$[0104] \quad I_{sh} = \frac{V + IR_s}{R_{sh}} \quad (2)$$

$$I = I_{sc} - I_d - I_{sh}$$

$$[0105] \quad = I_{sc} - I_o \left\{ \exp \left[ \frac{q(V + IR_s)}{nKT} \right] - 1 \right\} - \frac{V + IR_s}{R_{sh}} \quad (3)$$

[0106] 式中:

[0107] V—光伏电池输出电压;

[0108] I—光伏电池输出电流;

[0109]  $I_{sc}$ —光生电流;

[0110]  $I_o$ —二极管反向饱和电流;

[0111]  $R_s$ —串联电阻;

[0112]  $R_{sh}$ —并联电阻;

[0113] q—电子电荷,  $1.6 \times 10^{-19} \text{C}$ ;

[0114] K—波尔兹曼常数,  $1.38 \times 10^{-25} \text{J/K}$ ;

[0115] T—绝对温度;

[0116] n—二极管因子。

### [0117] 2、风能发电原理

#### [0118] (1) 风能和风能密度的计算

[0119] 风能利用主要是将它的动能转化为其他形式的能量,所以计算风能的大小实际就是计算气流流过的动能,常用的风能功率公式如下所示。

$$[0120] \quad W = \frac{1}{2} \rho v^3 \quad (4)$$

[0121] 式中, $W$ 为风能功率, $W$ ;  $\rho$ 为空气密度,在常温常压下, $\rho$ 的变化可以忽略不计,一般取 $\rho = 1.25 \text{ kg/m}^3$ ;  $A$ 为气流通过的面积,即风机叶片旋转一周的扫掠面积, $\text{m}^2$ ;  $v$ 为风速, $\text{m/s}$ 。由式(2)得风能大小与空气密度、气流通过面积和风速的三次方成正比,因此,在风能计算中,最重要的因素是风速,风速取值准确与否对风能的估计起决定性作用。

[0122] 风能密度是气流在单位时间内垂直通过单位面积的风能,常以 $W/\text{m}^2$ 来表示。风能密度是描述一个地方风能潜力的最方便最有价值的量,但是在实际当中风速每时每刻都在变化,不能使用某个瞬时风速值来计算风能密度,只有长期风速观察资料才能反映其规律,故引出了平均风能密度的概念。计算风能密度主要有直接计算和概率计算两种方法。

[0123] a. 直接计算法

[0124] 以记录表每日24次10分钟平均风速资料进行风速分级,统计各级风速的次数 $N_i$ ,根据下式计算平均风能密度:

$$[0125] \quad w = \frac{\rho \sum N_i v_i^3}{2N} \quad (5)$$

[0126] 式中 $w$ 为平均风能密度, $W/\text{m}^2$ ;  $v_i$ 为等级风速, $\text{m/s}$ ;  $N_i$ 为等级风速 $v_i$ 出现的次数; $N$ 为各等级风速 $v_i$ 出现的总次数; $\rho$ 为空气密度, $\text{kg/m}^3$ 。

[0127] b. 概率计算法

[0128] 对某一具体地点,空气密度 $\rho$ 可近似看作常数,所以风能密度 $w$ 的概率分布实际上取决于风速的概率分布,而韦布尔分布是目前最为常用的拟和实际风速的分布函数。根据(4)式假设在 $T$ 时间段内,可得平均风能密度为

$$[0129] \quad \bar{w} = \int_0^T \frac{1}{2} \frac{\rho v^3}{T} dt \quad (6)$$

[0130] 若在 $T$ 时间段内,又已知风速的韦布尔概率分布 $P(v)$ ,则平均风能密度可化为

$$[0131] \quad \bar{w} = \int_0^{\infty} \frac{1}{2} \rho v^3 P(v) dv \quad (7)$$

[0132] (2) 风机利用的风能

[0133] 当空气密度不大的时候,无论是风能密度还是风能大小都与速度的三次方成正比,提高风速是提高风能最为有效的途径。但是风机的利用率不可能达到百分之百,所以风力机可以转化的能量为:

$$[0134] \quad W = \frac{1}{2} C_p \rho v^3 A \quad (8)$$

[0135]  $C_p$ 为风能利用系数,根据贝兹理论,风能利用系数最大值 $C_p = 16/27 = 0.593$ 。

[0136] 贝兹理论是风力机第一气动理论,它是利用一元定常流动的动量方程来讨论理想状态下的风力发电机的最大风能利用系数。贝兹理论的风轮理想假定:风轮流动模型简化为一个单元流管;风轮没有锥角、倾角和偏角,风轮简化为一个平面桨盘;风轮叶片旋转时没有摩擦阻力;风轮前未受扰动的气流静压和风轮后的气流静压相等,作用在风轮上的推

力是均匀的。

[0137] 贝兹理论的推导如下:首先定义变量,

[0138]  $v_1$ —风轮前方的风速, m/s;

[0139]  $v_2$ —叶片扫掠后的风速, m/s;

[0140]  $v$ —实际通过风轮的风速, m/s;

[0141]  $\rho$ —空气密度, kg/m<sup>3</sup>;

[0142]  $A$ —叶片扫风面积, m<sup>2</sup>;

[0143]  $P$ —风机吸收的动能, W;

[0144]  $P_0$ —风的初始动能, W;

[0145]  $C_p$ —风能利用系数;

[0146] 根据伯努利方程

$$[0147] \quad v = \frac{1}{2}(v_1 + v_2) \quad (9)$$

[0148] 则叶片单位时间内通过的风的质量

$$[0149] \quad m = \frac{1}{2} \rho A (v_1 + v_2) \quad (10)$$

[0150] 根据牛顿第二定律,叶片吸收的动能等于风初始动能与风残余动能之差,于是得到:

$$[0151] \quad P = \frac{1}{2} m (v_1^2 - v_2^2) \quad (11)$$

[0152] 把式(8)代入式(9)得:

$$[0153] \quad P = \frac{1}{4} \rho A (v_1 + v_2) (v_1^2 - v_2^2) \quad (12)$$

[0154] 由风能基本知识可知  $P_0 = \frac{1}{2} \rho A v_1^3$ , 因此得风能利用系数

$$[0155] \quad C_p = \frac{P}{P_0} = \frac{1}{2} \left(1 + \frac{v_2}{v_1}\right) \left[1 - \left(\frac{v_2}{v_1}\right)^2\right] \quad (13)$$

[0156] 由此可见,  $C_p$  为  $v_2/v_1$  的三次函数, 当  $v_2/v_1 = 1/3$  时,  $C_p$  取最大值  $16/27$ 。

[0157] 这就是贝兹理论极限值, 它说明风力机从风流场中所能索取的能量是有限的, 其功率损失部分可以解释为留在尾流中的旋转动能。因此可以确定无论何种类型的风力机, 其实际风能利用率一定低于 0.593。

[0158] 3. 波浪能发电原理

[0159] 波浪能是指波动自水面伸至无波动水深处, 在一个波长范围内的动能和势能之总和。

[0160] 单位波峰长度单个波长的势能  $E_p$ 、动能  $E_k$  通式<sup>[7]</sup> 如式 14、15 所示:

$$[0161] \quad E_p = \frac{1}{2} \rho g \iint_s \zeta^2 ds \quad (14)$$

$$[0162] \quad E_k = \frac{1}{2} \rho \iiint_Q v^2 dQ \quad (15)$$

[0163] 式中：

[0164]  $P$ —水的密度；

[0165]  $g$ —重力加速度；

[0166]  $\zeta$ —波面相对于静水面的升高；

[0167]  $v$ —水质点运动速度；

[0168]  $S$ —水体的面积；

[0169]  $Q$ —水体的体积。

[0170] 根据微幅波理论，前进波在一个波周期中，单位面积水柱体内势能与动能相等如式16所示：

$$[0171] \quad E_p = E_k = \frac{1}{16} \rho g H^2 \quad (16)$$

[0172] 式中： $H$ —波高。

[0173] 一个波周期中单位面积水柱内波浪能  $E = E_p + E_k = \frac{1}{8} \rho g H^2$ 。一个波长范围内沿着波峰方向宽度为  $L$  米的水体的波浪能  $E_L = \frac{1}{8} \rho H^2 L$ 。对于立波，波浪能  $E_L = \frac{1}{4} \rho g H^2 L$ 。

[0174] 波浪能发电一般需经过三级能量转换，其中，一级能量转换系统即波浪能俘获系统，将海洋波浪能转换为机械能；二级、三级能量转换系统最终将机械能转换为电能，对于某些波浪能发电装置，采用能量俘获装置直接驱动发电机的运行方式，则没有二级能量转换系统。

[0175] 近年来，在海洋能技术迅猛发展的背景下，涌现了多种多样的波浪能发电装置。按照一级能量转换系统划分，装置可以分为振荡水柱式、点吸收式（振荡浮子式）、收缩波道式（越浪式）、摆式等；按照二级能量转换系统划分，可以分为气动式、液压式、液动式和机械式等；按照发电装置的安装位置划分，可以分为岸式、近岸式和离岸式；按照固定方式划分，可分为固定式和漂浮式 [8]。

[0176] (三) 数据传输网络的构建

[0177] 1、航标灯遥测遥控技术需求

[0178] 航标遥控遥测系统由以下三部分组成：远程监控中心、无线通信网络、航标遥控遥测终端装置。远程监控中心通过无线网络向航标遥控遥测终端发送遥控遥测指令，并通过无线网络接收来自终端发回的数据信息。监控中心同时还支持电子海图数据显示、数据存储和备份、数据查询、决策支持等其他服务。GPRS无线网络连接了远程监控中心及航标遥控遥测终端，使得两者间数据能相互进行传输。航标遥控遥测终端主要完成航标的实时状态信息的采集，发送到监控中心，以便工作人员及时了解航标工作状态。

[0179] 通常情况下，可以将航标分为固标和浮标两种。顾名思义，固标安装于固定的物体上，位置固定，因而其地理信息明确，无需在遥控遥测终端装置上安装GPS模块；浮标则安装于水面上，受环境影响很容易偏离预先设定位置，因而在遥控遥测终端装置上需要安装GPS模块，以对航标进行定位。考虑到设计方案的完整性和功能实现的全面性，航标遥控遥测终端装置的功能需求主要针对浮标而言，具体内容如下：

[0180] 1) 航标位置检测。确保航标没有偏离规定区域，防止引发安全事故。对航标位置的

检测主要通过GPS模块实现。

[0181] 2) 电流检测。包括蓄电池充放电电流及LED灯工作电流的检测。

[0182] 3) 电压检测。包括蓄电池充放电电压、工作电压及航标灯工作电压的检测。

[0183] 4) 撞击检测。航标受到猛烈撞击后,极可能导致航标及终端工作失常,应及时报警,以便检查维护。撞击量的检测可通过加速度计或陀螺仪实现。

[0184] 5) 终端与灯器的通信。终端与灯器通过RS485接口连接,依据既定的通信规约,能够实现两者之间的通信。这里的通信主要指终端对灯器灯质的控制和采集。

[0185] 6) 终端与服务器的通信。终端与服务器(远程监控中心)的通信依赖于GPRS通信网络。依据既定通信规约,当服务器查询到本地终端并要求其提供相应状态量信息时,终端应能及时准确完成服务器要求。服务器未要求本地终端进行相关操作时,本地终端应能定时发送心跳信息,以告知服务器为在线状态。

[0186] 此外,终端还应当能设定各状态信息的阈值量,如航标灯或蓄电池的电流电压的预警、报警门限(含上下限)。当检测到航标任一状态信息超过相应的值量时,应及时通过无线网络向远程监控中心反馈,提示相应报警信息。鉴于终端装置的低功耗要求,还需允许终端能进行不同工作模式的切换,以降低功耗。

[0187] 2、GPRS相关理论

[0188] 通用无线分组业务(GPRS)被看作是GSM数据业务发展的重要里程碑。其好处在于只是在数据收发时它才占用相应资源,同时,它降低了对传统交换电路网络的依赖。相对于GSM和TDMA来说,GPRS是一种基于分组的数据承载业务。它不仅提供了处理高速传输数据的一种典型办法,还提供了过渡到3G移动通信系统的桥梁。这使得移动数据的传输具有更高的性价比,并且更加便于使用户掌握。

[0189] GPRS网络使用了与GSM相同的频段、频宽、无线调制标准、突发结构、跳频规则及TDMA帧结构。因此,对GPRS系统的构建只需以GSM系统为基础,对原有的GSM系统软件进行升级,而其中绝大部分硬件不需要做改动。因此构成GPRS系统的步骤分为以下两步:首先在原有GSM系统中新加入SGSN(GPRS服务支持节点)、GGSN(GPRS网关支持节点)、PCU(分组控制单元)三个部件,其次对GSM的相关部件进行软件升级。

[0190] 根据SGSN和GGSN的加入方法可知,GGSN利用Gi接口与外部网络连通,其他GPRS网络是利用Gp接口连通。基站收发信台(BTS并没有受硬件功能方面的影响。总的来说,除了引入分组控制单元支持节点(PCUSN)支持基站控制器(BSC)和SGSN之间的面向分组的Gb逻辑接口以外,GPRS只要求对基站系统(BSS)的软件进行升级。GPRS的结构特点使得信令及高级数据协议与整个系统独立开来,只有无线接口中的低级数据协议以及相同的业务工作发生了变化。GPRS系统的终端设备与GPRS模块组成一个无线通讯终端;该终端能够与GSM基站实现通信,GPRS数据可以从基站传输到GPRS服务支持节点(SGSN)。SGSN与GPRS网关支持节点(GGSN)通讯;GGSN首先处理接收到分组数据,再将其发送到因特网等目的网络中。而通过GGSN接收来自因特网的IP包(该包标有移动台地址),然后发送到SGSN,最终可以传送到目的移动台上

[0191] 可以把SGSN当成分组数据交换的移动交换中心(MSC,由他传输分组数据到服务区内的各个移动台。SGSN向归属位置寄存器(HLR)提交请求并能够获取用户的相关业务文档信息。SGSN与BTS相连,为移动台和GSM网络结构提供接口,能够对移动台的位置信息进行记

载,并且能够收发移动台与GGSN之间的分组数据。

[0192] GGSN实际上可以看作网关或者数据路由,它连接到SGSN后,通过X.25和X.75协议使得GPRS和公共分组数据网互联,同时能支持GPRS网络之间的互联。通过对GPRS数据包协议转换,GGSN可以把GSM网中的GPRS分组数据包传送到远端网络。

[0193] GPRS网把所有的数据网络协议封装到自己的封装协议中,称之为GPRS隧道协议(GTP),通过GTP可以实现相应的数据传输。这样做不仅确保骨干网的安全性,而且简化了路由机理及数据在GPRS网上的传输。

[0194] GPRS网络使用了与GSM相同的频段、频宽、无线调制标准、突发结构、跳频规则等规则,下面介绍GSM网络的构建。

[0195] GSM网络由若干个对其功能和接口都已作了定义的功能实体所构成。GSM网络主要有以下三个部分组成:用户所持有的移动台(MS)、对到移动台的无线链路进行控制的基站子系统(BSS)以及交换和网络子系统(NSS)。GSM网络体系结构图如图所示。网络子系统的主要部分为移动业务交换中心(MSC),它负责在移动台和其他固定用户或移动网络用户之间的呼叫交换,以及对用户认证等移动业务进行管理。移动站和基站子系统之间通过Um接口进行通信,亦称为空中接口或无线电链路。基站子系统与网络业务交换中心通过A接口进行通信。

[0196] 移动终端设备(ME):又称为移动台,由无线电收发信机、显示和数字信号处理器以及被称为用户识别模块(SIM)的智能卡等组成。SIM卡使终端用户可具备个人移动性,从而使用户无论使用任何终端还是其终端处于任何位置都可以接入到所有预约业务。将SIM卡插入到任何一部GSM蜂窝手机中,用户就可通过该手机进行呼入或呼出通话,并获得其他的预约服务。

[0197] 基站子系统(BSS):由基站收发信机(BTS)与基站控制器(BSC)两个部分构成。两者间通过专用Abis空中接口通信,使其能够在不同厂商制造的部件之间运行。基站收发信机(BTS)包含无线电收发信机,并由此来定义小区大小和处理与移动台之间的无线电链路协议。基站控制器(BSC)管理一个或多个BTS的无线电资源,负责对无线信道的建立、跳频和越区切换等进行处理。BSC负责移动台与移动业务交换中心(MSC)之间的链接。BSC还将无线电链路所使用的13Kbit/s语音信道转换为公用电话交换网(PSTN)或ISDN所使用的标准64kbit/s信道。BSC位于BTS与MSC之间,并为在其控制下的小区提供无线电资源管理。BSC负责移动台频率及时隙的分配和释放,对越区切换进行处理以及对其范围内基站子系统和移动台的发射功率进行控制。BSC的功能是对在BTS与MSC之间必须的时隙进行分配。

[0198] 网络子系统(NSS):主要功能为交换功能和数据库功能,而数据库功能是移动性和安全性管理所必须的。其最主要的部分为MSC,即移动业务交换中心,它能够控制覆盖区域内的所有移动台,并使其完成话路交换功能,同时它也连接了移动通信系统和其他的电话网络。另外,每个MSC还应该能够获知相应的位置信息,也就是说要能够实现入口MSC的功能。通过HLR拜访位置寄存器和VLR归属位置寄存器,可以查询到客户参数及所处位置信息。AUC被称为鉴权中心,它能够将用户身份确认下来,并且能对呼叫保密的功能实体起到健全和加密的作用。EIR为移动设备识别寄存器,可以防止非法移动台的使用。

[0199] (四) 航标灯电池

[0200] 目前,航标终端一般采用铅蓄电池供电,用太阳能为铅蓄电池充电,通常不能维持

较长的工作时间。当遇到连续的阴天、雾霾天气时,容易导致航标系统因供电不足而无法正常工作。与铅蓄电池相比,磷酸铁锂电池(Lithium iron phosphate Battery,LFP)具有比能量大、工作电压高、循环寿命长、自放电率低等优点。但张彩萍等对磷酸铁锂电池进行高、低温实验,实验结果表明,随着环境温度的升高,电池的充放电效率也得到提高;低温时电池的充放电容量和充放电效率下降显著。谷亦杰等针对型号为42110圆柱形、10A·h LFP电池进行高低温实验,实验得出了与张彩萍等类似的结果,即温度对充放电效率起到积极促进作用,在一定范围内,充放电效率随温度的升高而提高。

	电池种类	工作电压	质量能量密度 (Wh/Kg)	环保	循环次数
[0201]	铅蓄电池	2V	35	否	300-400
	铁锂电池	3.7V	120-150	是	2000

[0202] 磷酸铁锂电池与铅蓄电池的特性比较表

[0203] 海上昼夜温差较大,尤其是我国北方沿海冬季气温较低,对锂电池性能会造成一定影响。为了将锂离子电池运用到航标终端上,需要利用锂离子电池单体通过串并联的方式构成电池组,然后针对该电池组设计电池热管理模块(Battery thermal management module,BTMM),BTMM能够对电池组内部的温度场进行调控,使电池组温度控制在合理范围内,并保持温度场分布的均匀。

[0204] 电池热管理模块中导热片为嵌有PTC板的铝片,PTC是一种热转换效率高、通电后会产热的加热材料,能够使电池组在短时间内快速升温,在达到一定温度后又能防止温度升得过高。导热片的主要作用体现在两个方面:一方面将电池内部产生的热量传导到电池表面,通过铝片散发热量,均衡电池单体间温度;另一方面是在冬季低温时将PTC产生的热量通过铝板均匀传递给电池单体。

[0205] 通过使用电池热管理系统,锂电池工作时能始终保持在合适的温度。同时,对航标终端采取休眠工作方式,使航标终端间歇工作,也能降低系统功耗。

[0206] 本发明的有益效果为:

[0207] 利用太阳能、风能、波浪能供电从而形成一种能自动、定点、定时(或连续)地对海面波浪、气温和气压的等水文气象要素进行遥测的智能环保航标海洋数据采集系统,这样可以减少工作人员在海上施工作业的风险;减少在恶劣情况下抢修、巡检的情况,在节约维护运营成本、减少船舶开航次数等很多方面有着积极的作用。航标灯使用了更多形式的可再生能源,降低了非可再生能源的消耗和二氧化碳的排放,也减少了运营达到了运营和维护成本,从而达到节能减排的目的。

[0208] 应当理解的是,对本领域普通技术人员来说,可以根据上述说明加以改进或变换,而所有这些改进和变换都应属于本发明所附权利要求的保护范围。



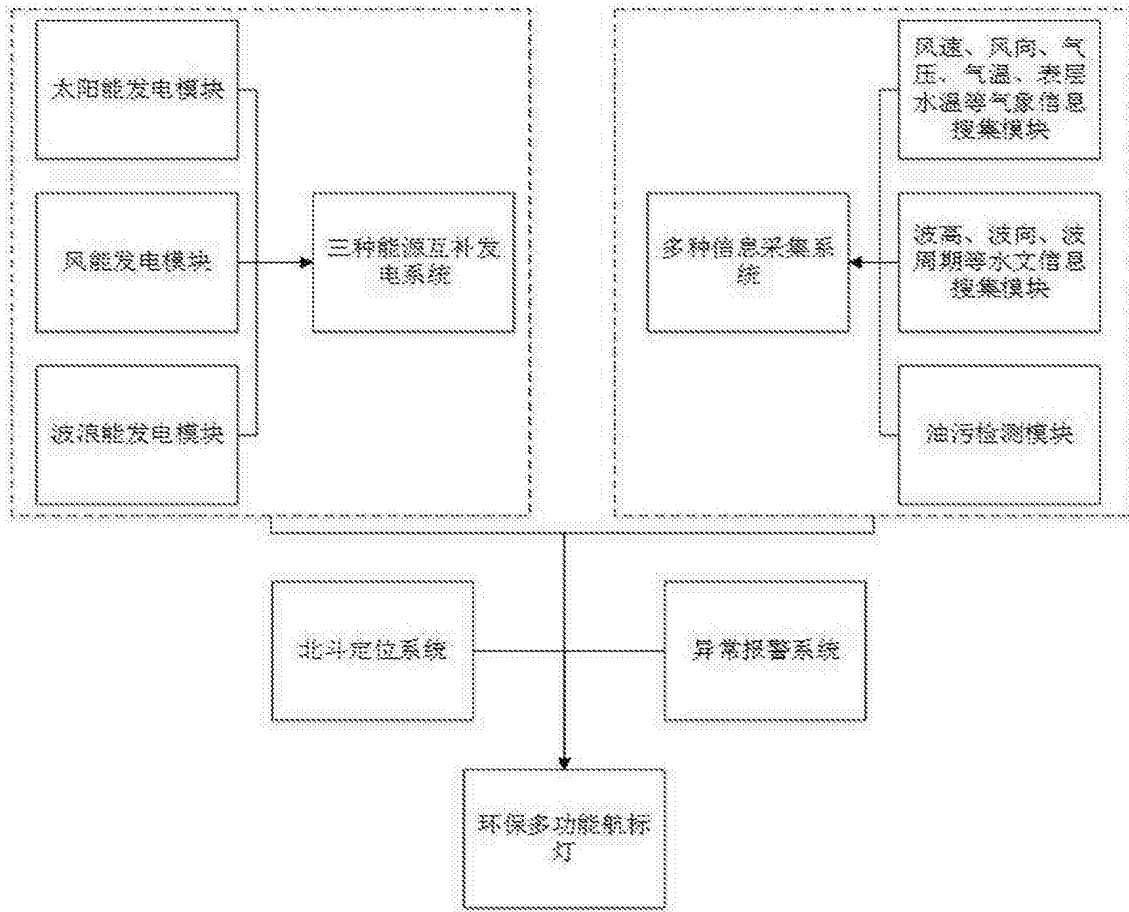


图1

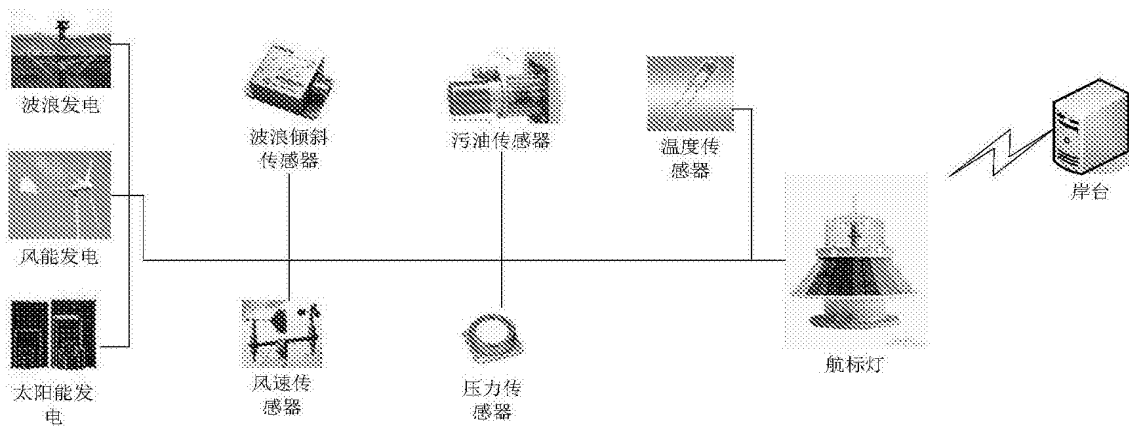


图2



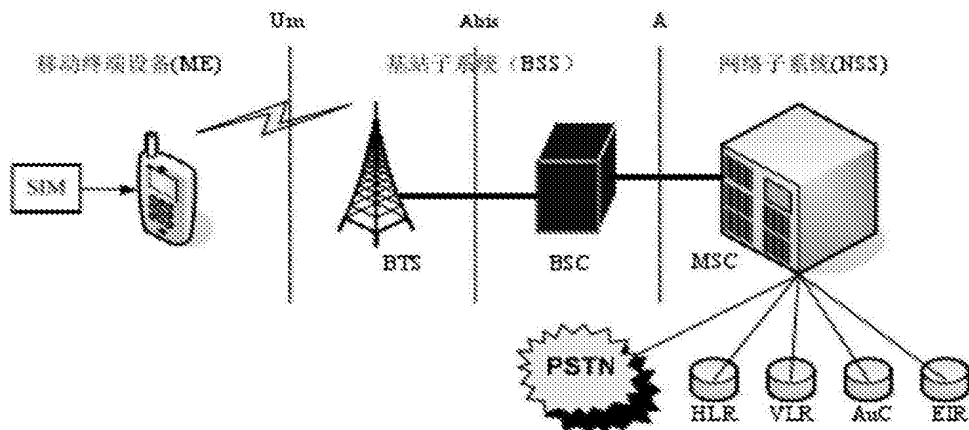


图6

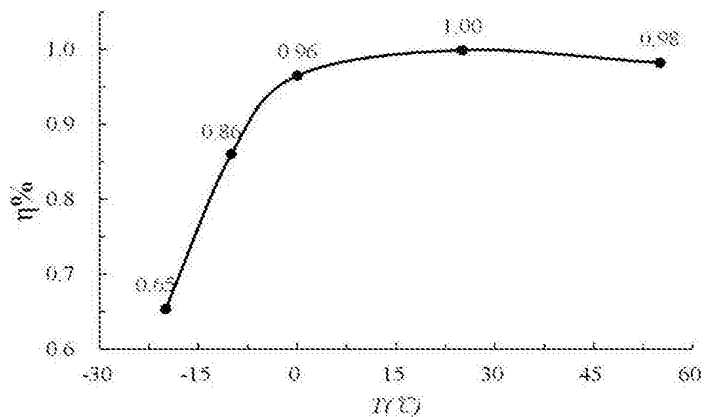


图7

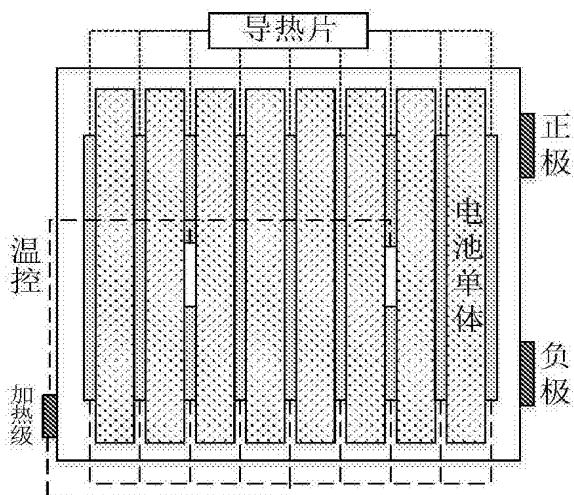


图8

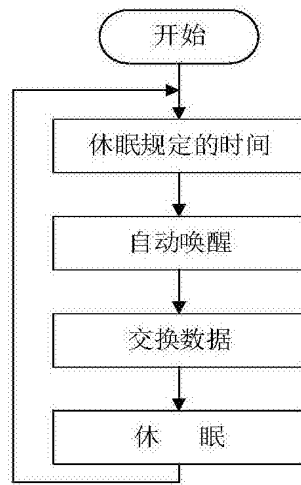


图9

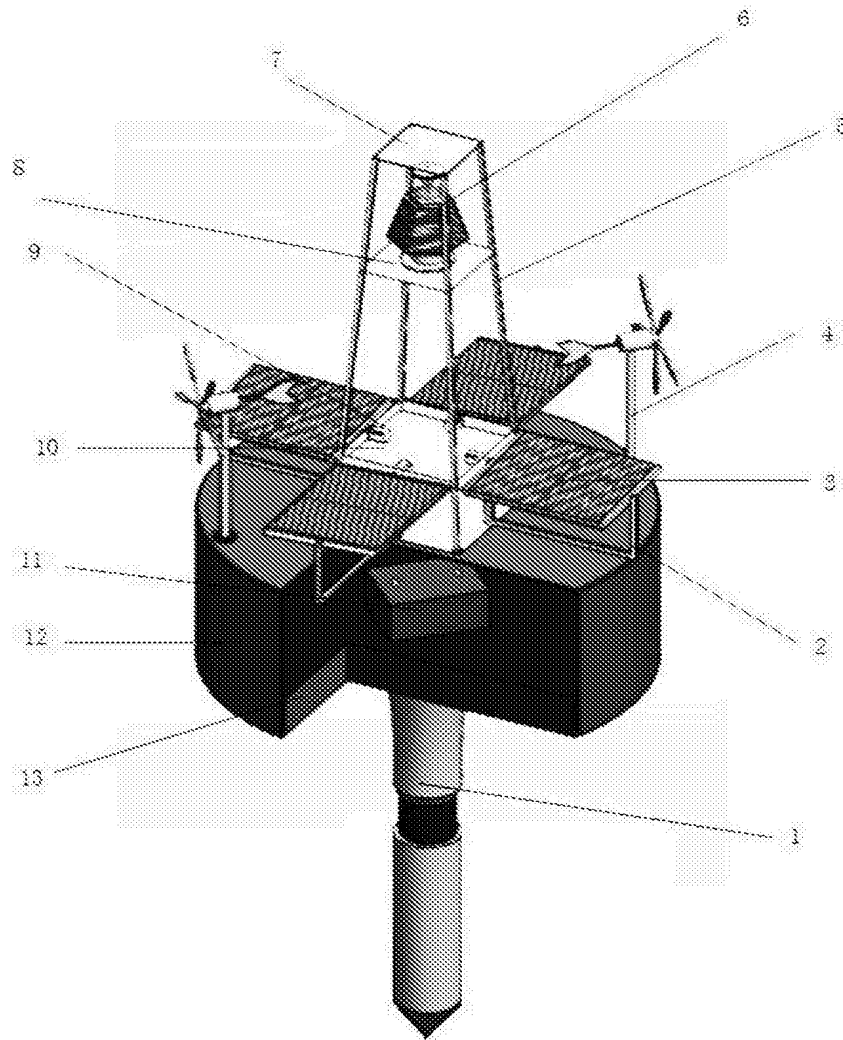


图10