

新型河流波浪发电装置

杨俊杰 / 四川省达州市第一中学校
指导教师 吴元凤 张廷国 王 伟

◎ 选题背景与研究动机

在一次全家郊游中，我看到宽阔的湖面上波浪翻滚，将湖上的各种垃圾推到了岸边。当时我想到，这个波浪的力还挺大的，都能将厚重的垃圾推到湖岸上，然后又想到头天新闻里看到的潮汐发电站利用海洋潮汐的涨落发电，当时灵机一动：可不可以利用海洋波浪发电的原理，将湖面或者河流上的波浪能量也用来发电呢？

有了这个初步的想法后，我进一步又想到，为什么潮汐发电站在很多国家都得到大力发展，却没有能用到湖泊或者河流中呢？是因为发电效率低、还是湖泊和河流的波浪能太小，无法实现可持续的经济发电呢？带着这些疑问，我搜集和查阅了相关的波浪发电资料。

◎ 研究思路与过程

① 基本思路

波浪发电 (wave power) 是将波浪动能转换为电能的技术。目前已经研究开发比较成熟的波浪发电装置基本上有 3 种类型：振荡水柱型、机械型和水流型。这几种发电方式目前都只适用于海洋，没有一种适用于河流和湖泊的波浪发电装置。

从原理上讲，利用水表面形成的波浪起伏发电是最经济实惠的，无论是河

流还是湖泊，水的表面始终是波浪起伏，这个能量是持续不断的，这就为我们获取能量提供了充足的资源。

既然是利用波浪的起伏发电，而波浪又有一定的振幅和频率，那么发电装置必须最大限度地利用这个振幅和频率，并利用这种机械振动驱动发电装置。

② 方案确定

经过分析，我想利用现有的波浪发电的原理，修改装置的尺寸和重量，让它适用于河流和湖泊。

◆ 方案一。采用海洋发电的海蛇方案，将装置的尺寸缩小、重量减轻，使之能符合河流和湖泊表面波浪的波距。

我研制的这种波浪发电装置能够产生电能，但由于定子和线圈产生的相对位移较小，发出的电能也很微弱，没有实用的效果，因此我放弃了第 1 种方案。

◆ 方案二。从第 1 个方案的研究过程中，我得到了启发，要想产生更多的电能，需要增大发电装置的运动幅度，也就是增大位移。如何才能增大线圈和磁铁之间的相对位移呢？我选择了许多方案，最后受到了帆船桅杆的启发。

帆船在波浪中前后摆动，船身的运动幅度并不大，但桅杆顶端的运动幅度就大多了。而且桅杆越长，运动的幅度就越大。

根据这个理论，我制作了一个新型波浪发电单元。我在学校水池做实验，

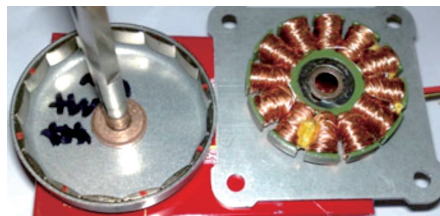


图 1 三相交流发电机

用工具制造波浪，模拟装置在波浪中发电。经过反复测试，这个装置能够产生一定的电能，我测得的电流大约是 20 mA，电压大约是 0.26 V。

和方案一相比较，方案二在波浪中产生的相对位移较大，产生的感生电流也较大，但这段位移只有 3 ~ 8 cm (根据浪的大小而定)，发出的电能只能点亮几盏 LED 灯泡。且这两种方案都有一个共同的缺点，就是发出的电能很低，没有充分将波浪的能量转化成电能，因此这 2 种方案的实用意义较小。

③ 修改后的方案

经过了前 2 种方案的经验积累，我对波浪发电的认识进一步提高了，我觉得第 2 方案的主要缺点在于发电装置的制作太粗糙，发电的效率不高。我应该把现有的发电装置借用到我研制的结构中。

我从网上订购了几个微型发电机 (见图 1)，这种发电机的体积小，采用了三相无刷的结构，磁铁也采用了钕铁硼强磁铁，发电的效率很高。



图2 双面反向式超越离合器及齿轮齿条装置

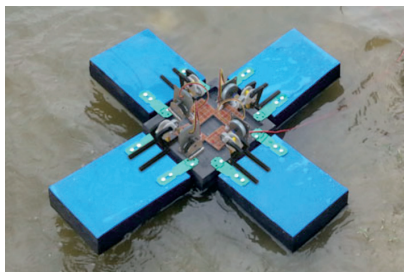


图3 新型河流波浪发电装置外观

波浪使水面上的物体产生一定角度内的往返摆动，而发电机的转子需要持续不断地进行圆周运动，如何才能利用波浪的运动带动发电机发电呢？我买了几只自发光手电筒，它的结构很巧妙，能通过挤压齿条来驱动发电机发电。当齿条向内运动时，发电机能够高速转动，而齿条向外复位时却和发电机脱离开，发电机利用惯性按原来的转动方向继续旋转。我请教了专家，得知这种机构称为单向超越离合器，可以传递单方向的力矩：当与之相连接元件的受力方向与锁止方向相同时，该元件即被固定或连接；当受力方向与锁止方向相反时，该元件即被释放或脱离连接，即在驱动轴与从动轴之间，只能使从动轴向一个方向旋转。

有了这种装置，我的项目存在的问题就可以解决了。借助齿条齿轮机构，齿条向前运动驱动齿轮旋转并带动发电机朝一个方向旋转（以顺时针转动为例），齿条运动到尽头时，单向超越离合器脱离，发电机继续旋转，随着波浪的起伏，齿条又反向运动，与它啮合的齿轮也反向旋转，另一个单向超越离合器将动力传给发电机，继续推动发电机顺时针方向转动。这样周而复始，发电机就能在起伏不断的波浪里持续旋转并输出较稳定的电流。最终完成的装置见图3。

最终完成的装置的机械结构采用

了5块浮板作为发电装置的基座，中间有1块正方形的浮板，而四周各有1块矩形浮板，4块矩形浮板与中间的正方形浮板之间通过合页连接在一起，组成一个“+”的形状，浮板之间能够在一定角度内转动。4块矩形浮板在其合页转轴的位置上方各安装有一个弧形的齿条，齿条是固定在矩形浮板上的，能够随着矩形浮板的转动而转动，与齿条相啮合的齿轮变速机构则安装在正方形浮板的边缘，由于正方形浮板与四周的矩形浮板能够在一定幅度内相对转动，因此齿条运动也能带动齿轮变速机构发生转动。与齿轮变速机构相连接的还有双面反向式超越离合器，这实际上是两个单向超越离合器反方向组合到一起的装置，它的作用是将正反两个方向的转动改为同一方向的转动。

三相交流发电机发出的电流方向和大小都在不断的变化，因此需要通过整流和滤波将这种交流电变成直流电。我利用了电桥整流，又通过电容滤波，将不稳定的电流变得稳定。因为这种发电装置由4个发电单元构成，分别把每个发电单元发出的交流电转化成直流电以后，就能够将这4组电流进行叠加，获得更大的电流或电压。

◎ 创新点

◆ 在河流小波浪发电装置中利用

波浪产生的角度差发电，并使用了杠杆机构增大装置在波浪中的运动幅度，扩展了波浪发电的应用范围；

◆ 利用2个以上的浮块装置，能够将各个方向的波浪对浮块的微小位移放大，从而最大限度地利用波浪能，相对于以前单方向的波浪发电装置，能够产生相对多的电能；

◆ 通过2个相反方向的单向超越离合器将相邻的浮板产生相对摆动转变成圆周运动，并通过齿轮变速装置将转速提高驱动发电机。

该项目获得第28届全国青少年科技创新大赛创新成果竞赛项目中学组工程学一等奖。

专家评语

选题符合中学生特点。作者进行了长期的环境实验，提出了多种方案，制作出了具体的实物。项目研究方法合理，原理具有巧妙性。不足：一是机械运动的放大机构还不够完善，二是齿轮转动机构的可靠性不够高，寿命还不够长。■