

文章编号:0254-0096(2019)04-0898-08

新型浮筒式波浪能发电装置试验研究

张步恩¹, 郑 源², 余运鋕³, 刘惠文¹

(1. 河海大学水利水电工程系, 南京 210098; 2. 河海大学能源与电气学院, 南京 210098;
3. 青岛威展海洋能源科技有限公司, 青岛 266200)

摘 要: 设计研发一种新型浮筒式波浪能发电装置, 并对其进行试验研究。采用 1:16 的缩尺比制作模型, 通过不同输水管径及不同波浪条件的模型试验分别研究输水管径、波浪高度、波浪周期这 3 个因素的变化对新型波浪能发电装置输水流量、上水量、一二级能量俘获效率的影响特征规律, 为实际建设波浪能发电装置提供可靠的设计依据。试验结果表明: 随着输水管径的增大, 流量、上水量、能量俘获效率呈一致增大的趋势; 随着波高的增大, 流量、上水量均有所增加, 但能量俘获效率反而减小, 而波浪周期的变化对三者的影响幅度较为稳定。该模型试验中, 所设计新型浮筒式波浪能发电装置的俘获效率最高可达 37%, 证明新型浮筒式波浪能发电装置是一种具有竞争力的方案。

关键词: 波浪能发电装置; 模型; 能量效率; 波浪高度; 波浪周期; 流量

中图分类号: TH3; TK7 **文献标识码:** A

0 引 言

海洋面积约占地球总面积的 71%, 不仅拥有丰富的水产和石油等资源, 更蕴藏着巨大、潜在的新能源, 主要为潮汐能、海流能、波浪能、海水温差能和海水盐差能^[1]等。表 1 是根据国际能源署海洋能系统(IEA-OES)能源政策报告估计, 全球理论上可利用的海洋能源总量。其中波浪能的实际可利用总量约为 3×10^8 kW^[2], 因此具有广阔的商用前景。

表 1 典型海洋能的资源储量(kW)
Table 1 Resources of marine energy(kW)

种类	理论值	技术可利用值	实际可开发量
波浪能	3×10^9	1×10^9	3×10^8
潮汐能	3×10^9	1×10^8	3×10^7
海流能	6×10^8	3×10^8	3×10^7
盐差能	3×10^{10}	3×10^9	3×10^8
温差能	4×10^{10}	2×10^9	1×10^8

根据波浪能发电装置不同结构形式分类可将其分为振荡水柱式、越浪式、阀式、浮力摆式^[3]等。

Wilkinson 等^[4]通过物理模型试验分析摆式波浪能发电装置在规则波作用下的水力效率。张玉全等^[5]通过 CFD 方法研究应用于越浪式波浪能发电装置的轴流式水轮机, 且在波浪能发电装置中保持较高可靠性。Margheritini 等^[6]通过物理模型试验研究 SSG 装置的水动力性能。刘 臻等^[7]通过物理模型试验研究多浮子的振荡水柱式波浪能发电装置的水力性能。方子帆等^[8]通过试验的方法测得所开发波浪能发电试验装置的发电效率为 45.8%。史宏达等^[9]对组合型振荡浮子式发电装置进行物理模型试验研究。唐友刚等^[10]设计开发一种新型的浮式浮力摆波浪能发电装置, 并采用 1:4 缩尺比进行模型试验研究。顾熠炯等^[11]通过模型试验研究了振荡浮子式波浪能发电装置的波浪能量吸收率及运行稳定性能。石晶鑫等^[12]采用理论分析和试验相结合的方法研究自升式波浪能发电装置的可行性, 试验结果表明自升式波浪能发电装置在实际海况下能正常发电。

针对波浪能利用现状, 综合考虑越浪式波浪能发电装置工作原理, 在张玉全等^[5]和史宏达等^[13]对

收稿日期: 2018-03-05

基金项目: 中央高校基本科研业务费专项资金(2018B626X14); 江苏省研究生科研与实践创新计划(KYCX18_0595); 国家自然科学基金重点基金(51339005)

通信作者: 郑 源(1964—), 男, 博士、教授、博士生导师, 主要从事流体机械控制及海洋能发电方面的研究。zhengyuan@hhu.edu.cn

波浪能发电中所用水轮机研究的基础上,本文设计研发一种新型波浪能发电装置,并通过物理模型试验研究输水管径和波浪因素对流量及上水量的影响特征。

1 新型波浪能发电装置初步设计及工作原理

如图1所示,新型浮筒式波浪能发电装置由三级能量转换装置构成:一级能量转换装置是将波浪能转换为浮筒的动能;二级能量转换装置是将浮筒的动能转换为水势能;三级能量转换装置是将水势能通过水轮发电机转化为电能。因此,新型浮筒式波浪能发电装置主要由3部分组成:1)提水部分,包括浮筒、输水管道活塞、连杆、单向止回阀,送水管道等;2)储水部分,位于平台最上方的蓄水池;3)发电部分,包括送水管道、水轮发电机等。

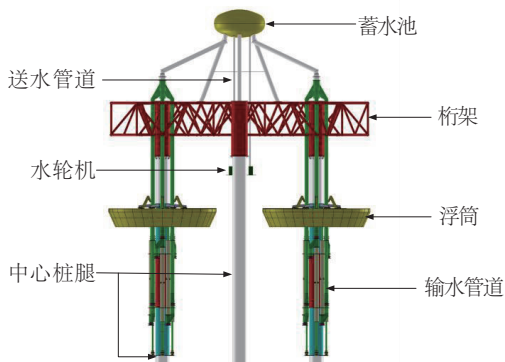


图1 新型浮筒式波浪能发电装置示意图

Fig. 1 Schematic diagram of floating-buoy WEC

新型波浪能发电装置主要用于近海域波浪场发电及海岛供电,系泊系统采用中心桩腿固定,利用我国现有较为成熟的导管架技术,通过近海域打桩设备,将中心桩腿沉桩至海底基岩层,达到固定发电平台目的。同时平台采用稳定性较强的桁架结构,加强发电平台的稳定性,提高抗风浪能力。

图2为新型波浪能发电装置工作原理示意图,当浮筒向上运动时,通过连杆带动活塞向上运动,输水管道下方单向阀1打开,海水进入到输水管道中;当浮筒向下运动时,输水管道单向阀1关闭,单向阀2打开,海水进入送水管道中,通过压力作用,将海水运送到平台上方的蓄水池当中。中心桩腿周围有6根输水管道,当浮筒向上运动时,其中3根完成进水工作,浮筒下行时,另外3根完成进水工作,

以保证浮筒上下行时送水管道中有充足供水,以此完成波浪能发电装置一二级能量转换,即波浪能转化为水势能。

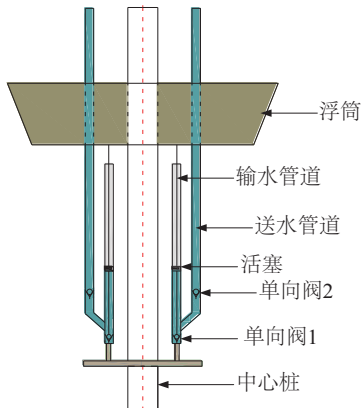


图2 工作原理示意图

Fig. 2 Schematic diagram of working principle

对于新型波浪能发电装置中水轮发电机部分,当进水流道的阀门打开时,蓄水池中的海水流过水轮发电机,产生电能,并且可控制阀门开度调节水头,完成三级能量转换,即水势能转化为电能。

2 试验模型及设备

2.1 模型设计

新型浮筒式波浪能发电装置由三级能量转换装置构成,其中发电部分是利用现有较为成熟的水轮机技术,本文主要讨论一二级能量转换装置,通过模型试验研究不同输水管道、不同波浪条件对装置中流量与上水量及装置能量俘获效率的影响,即波浪能转化为水势能的效率。

1)波浪能吸收装置的设计(图3所示为浮筒模型示意图):新型浮筒式波浪能发电装置波浪吸收装置主要由浮筒、滚轮、中心桩腿等组成。浮筒随来波上下运动,为减小浮筒上下运动过程中产生的摩擦力在多处采用滚动抵具。浮筒模型的高度为150 mm,上直径为525 mm,下直径为410 mm,内圆直径100 mm,浮筒锥度为41.9°。浮筒中心桩部分采用钢材制作,根据前期试验结果浮筒形状采用锥底柱形浮子。

2)输水管道及蓄水池设计(图4所示为不同输水管道的模型图):输水管道采用6根管道均匀围绕在中心桩腿周围,管材采用钢材制作,输水管道

与海水之间设有单向阀 1, 送水管道与吸水管之间设有单向阀 2。当浮筒向上运动时, 带动活塞运动, 单向阀 1 打开, 单向阀 2 关闭, 吸水管进水; 当浮筒随波及在自身重力作用下向下运动时, 单向阀 1 关闭, 单向阀 2 打开, 输水管道中的水通过送水管道被输送至上方的蓄水池中。

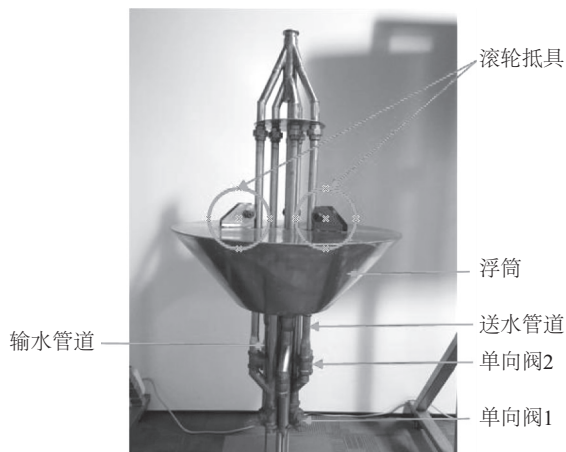


图 3 浮筒模型示意图

Fig. 3 Schematic diagram of the buoy



图 4 不同输水管径的试验模型

Fig. 4 Models of different pipes

因此输水管道的设计影响工作过程中的流量, 本文每次物理模型试验中输水管径与送水管径相同, 另外设计不同管径模型, 包括 10、15、20、25 mm, 以研究输水管道管径对输水管道中流量, 蓄水池中上水量及一二级能量俘获效率的影响特征。

2.2 模型比尺

考虑到流体和浮筒运动的主导力为重力, 本文采用重力相似准则, 即弗劳德准则。根据弗劳德准则, 要求水工物理模型与原型中重力作用相似, 即二者的相似准数弗劳德数相等, 在弗劳德数相等的条件下:

$$Fr_n = Fr_m \quad (1)$$

$$\frac{\lambda_n}{\sqrt{g_n l_n}} = \frac{\lambda_m}{\sqrt{g_m l_m}} \quad (2)$$

$$\frac{l_n}{l_m} = N \quad (3)$$

$$g_n = g_m \quad (4)$$

式中, Fr_n ——原型弗劳德数; Fr_m ——模型弗劳德数; λ_n ——原型波高, m; λ_m ——模型波高, m; l_n ——原型尺寸, m; l_m ——模型尺寸, m; N ——模型比尺; g_n ——原型重力加速度, m/s^2 ; g_m ——模型重力加速度, m/s^2 。

根据《波浪模型试验规程》, 考虑到试验波浪的动力因素、浮筒模型的几何尺寸、水槽尺寸以及造波机造波能力的不同, 模型比尺取 $N=16$, 即模型试验的长度比尺为 1:16。本次试验研究入射波波高在 0.5~4.0 m 之间, 根据式(1)~式(4)可得物理模型试验中波高在 62.5~250.0 mm 之间, 入射波周期在 3~4 s。

2.3 模型布置

如图 5 所示为实际模型试验布置图, 如图 6 所示为模型试验布置示意图。物理模型试验是在青岛威展海洋能源科技有限公司造波水池中进行。



图 5 模型试验布置图

Fig. 5 Model test arrangement

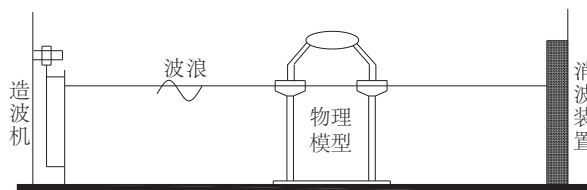


图 6 模型试验布置示意图

Fig. 6 Schematic diagram of model test arrangement

试验水池总长为 10 m, 宽为 5 m, 水深 1~3 m,

造波设备是由电控液压式造波机,可造规则波和不规则波。考虑到波浪场稳定性,模型选择安装在距离造波机 10 m 处,为消除波浪尾波反射对波浪场的影响,在水池末端设置斜坡消波装置。

3 试验内容

物理模型试验主要研究在不同波浪条件下,不同输水管径对流量及上水量的影响特征,并对波浪能俘获效率进行分析,从而为输水管的选型和设计以及新型浮筒式波浪能发电装置优化设计提供实际参考。

3.1 不同输水管径工况

如表 3 中工况 1 所示,在相同波高和波浪周期下,考察输水管径对流量、上水量、一二级能量俘获效率的影响特征所进行的第 1 组物理模型试验工况。工况 2 和工况 3 是为了考察在更为普适的波浪参数下,不同管径对流量及上水量的影响特征是否具有一定的规律,所以采用另外 2 组不同波浪参数的物理模型试验。

表 3 各工况数据表

Table 3 Data of different test conditions

试验工况	输水管径 D/mm	波浪参数	
		波高 H/mm	周期 T/s
工况 1	10	110	3.00
	15	110	3.00
	20	110	3.00
	25	110	3.00
工况 2	10	150	3.33
	15	150	3.33
	20	150	3.33
	25	150	3.33
工况 3	10	190	3.75
	15	190	3.75
	20	190	3.75
	25	190	3.75

3.2 不同波浪高度工况

结合表 4,考虑到波高越高对输水管径的要求越大,因此优选性能参数较好的 25 mm 的输水管径,同时在相同波浪周期的条件下考查波高因素的物理模型试验并进行试验。

表 4 不同波高试验数据表

Table 4 Different parameters of wave height

试验 工况	输水管径 D/mm	波浪参数	
		波高 H/mm	周期 T/s
工况 4	25	110	3.75
	25	150	3.75
	25	190	3.75
	25	230	3.75

3.3 不同波浪周期工况

如表 5 所示为在以上试验结果基础上选择输水管径为 25 mm 以及波浪高度为 230 mm,考察波浪周期因素的物理模型试验,研究波浪周期对流量及上水量的影响特征规律。

表 5 不同波浪周期试验数据表

Table 5 Different parameters of wave period

试验 工况	输水管径 D/mm	波浪参数	
		波高 H/mm	周期 T/s
工况 5	25	230	4.00
	25	230	3.75
	25	230	3.33
	25	230	3.00

4 试验结果

本文试验中,针对新型浮筒式波浪能发电装置的波浪能俘获效率进行研究。波浪能发电装置俘获的波浪能转换为水势能,因此新型波浪能发电装置提水部分的效率与来波能量及蓄水池中储存水的势能有关,式(5)^[6]为来波能量计算式;蓄水池中的水势能则跟蓄水池高度和上水量有关,式(6)为水势能计算式。新型浮筒式波浪能发电装置波浪能俘获效率 η 如式(7)所示:

$$P_{\text{wave}} = \frac{\rho g^2}{64\pi} H^2 T \quad (5)$$

$$P_{\text{res}} = V_{\text{res}} \rho g h \quad (6)$$

$$\eta = \frac{P_{\text{res}}}{P_{\text{wave}}} \quad (7)$$

式中, P_{wave} ——来波能量, J; ρ ——海水密度, kg/m^3 ; g ——当地重力加速度, m/s^2 ; H ——波浪高度, m; T ——波浪周期, s; P_{res} ——蓄水池中水势能, J; V_{res} ——上水量, L; h ——蓄水池高度, m。

另外输水管道中的流量通过输水管上面的流量计进行记录,并在每次试验结束之后记录蓄水池水位得到上水量数据。

4.1 输水管径的影响

如图 7 所示为不同工况即在相同波浪高度及周期条件下,不同输水管径(D)对流量(Q)、上水量(V)及波浪能俘获效率的影响特征曲线。

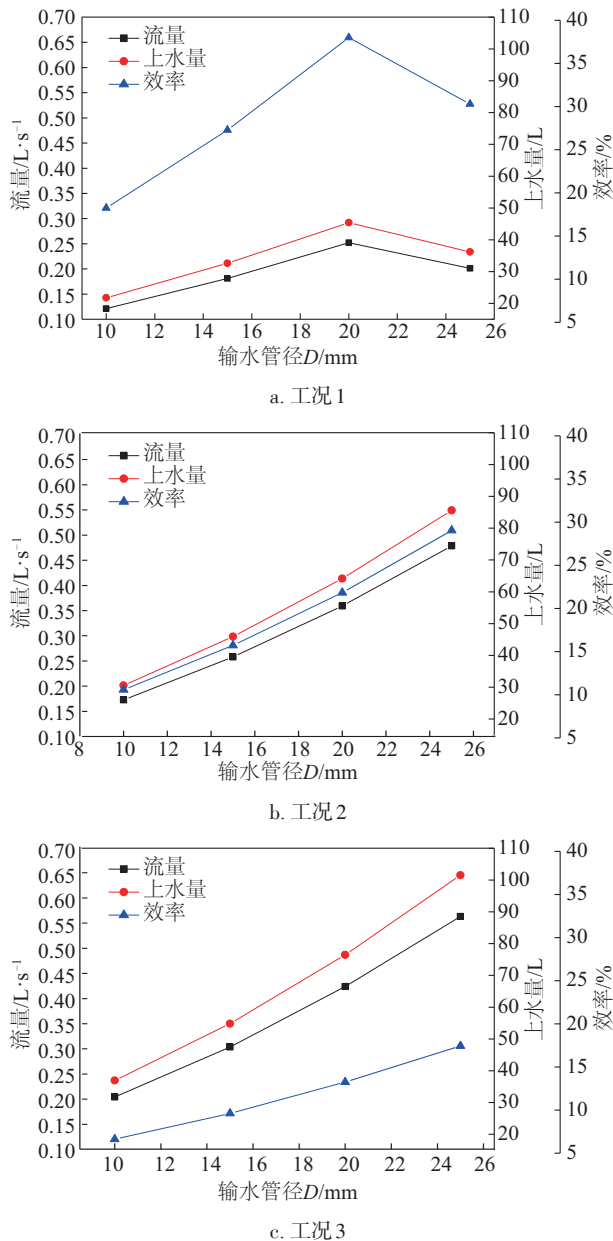


图 7 不同工况下的影响特征曲线

Fig. 7 Characteristic curve at different conditions

从图 7a 可知,在工况 1 条件下,管径为 10、15、20 mm 时,流量分别为 0.121、0.181、0.252 L/s ,上水

量分别为 21.78、32.58、45.36 L,效率高达 37.98%。同理对比分析工况 2 和工况 3 条件下的流量、上水量及波浪能俘获效率可知:随着输水管径的增大,流量及上水量变化呈一致增大的趋势,效率也随输水管径的增大而增大,但在工况 1 条件下时,输水管径增大到 25 mm 时,流量和上水量减小。试验过程中发现此时波况并不能满足启动条件,即管道中并未充满水,进而影响流量、上水量及能量俘获效率。另一方面,上水量与流量呈线性关系,说明上水量与每个输水管道中的流量及输水管道的数量成正比。

对比分析工况 1~工况 3 的试验结果,输水管径为 10 mm 时,工况 1 流量为 0.121 L/s ,上水量为 21.78 L,能量俘获效率为 18.23%,工况 2 流量为 0.172 L/s ,上水量为 30.96 L,能量俘获效率为 10.38%,工况 3 流量为 0.204 L/s ,上水量为 36.72 L,能量俘获效率为 6.15%。同理对比分析另外 2 种管径可知当流量及上水量增大时,能量俘获效率反而减小,说明能量俘获效率与波浪条件有密切关系。

4.2 不同波高对流量上水量及俘获效率的影响

如图 8 所示为工况 4 试验结果。从图 8 可知当波高为 110 mm 时,流量为 0.169 L/s ,上水量为 30.42 L,效率为 20.38%;当波高为 150 mm 时,流量为 0.424 L/s ,上水量为 76.32 L,效率为 22.72%;当波高为 190 mm 时,流量为 0.565 L/s ,上水量为 101.7 L,但效率却明显下降,减少效率为 17.03%,此时流量及上水量继续增大,效率有所降低,但降幅明显减小。当波高提高到最大 250 mm 时,流量为 0.663 L/s ,上水量为 127.3 L,效率降为 12.03%。

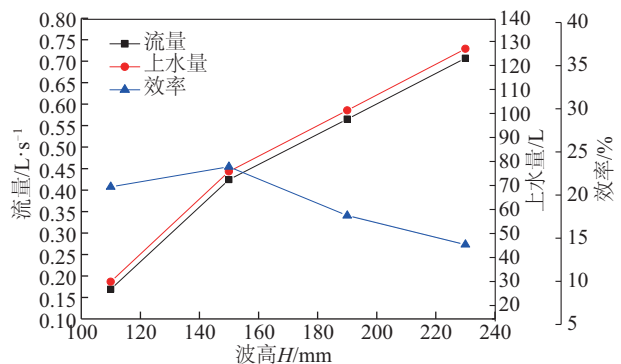


图 8 不同波高试验结果

Fig. 8 Results of different wave height

综上所述,随着波高的增加,新型波浪能发电

装置的流量及上水量呈一致增大的趋势,但波浪能俘获效率却明显降低。对比工况 1~工况 3 的试验结果可知,波高与输水管径有匹配关系,当波高较小时,达不到新型波浪能发电装置启动条件,发电装置不能得到充分利用。当波高过大时,输水管径会约束流量及上水量,而来波能量增大,导致波浪能俘获效率降低。

4.3 不同波浪周期的影响

如图 9 为试验工况 5 所得试验结果图。从图 9 可知在满足新型波浪能发电装置启动条件时,随着波浪周期的变大,输水管径中的流量及蓄水池中的上水量呈减小趋势。在波浪周期为 3.0 s 时,流量为 0.883 L/s,上水量为 158.94 L,波浪能俘获效率在此时达到最大为 21.29%,当波浪周期增加到 3.33 s 时,流量为 0.795 L/s,上水量为 143 L,波浪能俘获效率为 17.27%,相对于前一波浪周期降幅为 4.02%。在波浪周期为 3.75 s 时,流量为 0.707 L/s,上水量为 127.26 L,波浪能俘获效率为 13.64%,相对于前一在波浪周期降幅为 3.63%。当波浪周期增加到 4 s 时,流量为 0.663 L/s,上水量为 119.34 L,此时效率为 11.99%,降幅为 1.65%。

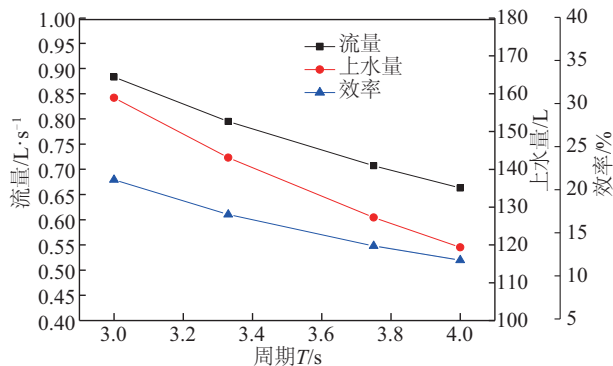


图9 不同波浪周期试验结果

Fig. 9 Results of different wave period

综上可得,当波浪周期增大时,输水管道中的流量及蓄水池中的上水量呈减小趋势,同时波浪能俘获效率有所降低。同时,波浪周期越大,俘获效率降幅越小,俘获效率越稳定。同时,与图 7、图 8 试验结果对比可知,波高对俘获效率的影响更为显著。从新型波浪能发电装置一二级能量俘获效率角度讨论,在满足启动条件情况下,输水管径与能量俘获效率有显著影响关系,输水管径越大能量俘获效率越高。在输水管径与来波能量相匹配时,波

高越高周期越小装置的能量俘获效率越大,但实际中理想条件时是很难存在的。

从新型波浪能发电装置发电部分角度讨论,蓄水池的中上水量直接影响后续水轮机发电部分的工作性能及电能的产生。输水管道中的流量越大及蓄水池中上水量越大,通过后续的控制部分产生的电能越稳定。因此在满足发电装置启动条件情况下选择更大的输水管径,对后续的发电部分更为有利。因此,在实际建设新型浮筒式波浪能发电装置时应综合考虑选址位置的波浪资源和预设年发电量,平衡输水管径和波浪条件对流量、上水量、能量俘获效率的影响,设计研发新型浮筒式波浪能发电装置。

5 结 论

本文设计开发一种新型浮筒式波浪能发电装置,且根据 1:16 尺寸比例进行物理模型试验,考察输水管径、波高、波浪周期 3 种因素对波浪能发电装置流量及上水量的影响特征,对物理模型试验的结果分析可知:

1) 输水管径对输水管道中的流量,蓄水池中的上水量及一二级能量俘获效率的影响较为显著。在满足新型波浪能发电装置启动条件时,输水管径增大,流量、上水量及能量俘获效率呈一致增大趋势。在相同波浪条件下,同时满足新型波浪能发电装置启动条件时,输水管径 $D=20$ mm 时,流量、上水量及一二级能量俘获效率达到最大。另外,各管道中的流量相互差异较小,上水量与输水管道中的流量及输水管道的个数成正比。

2) 随着波高的变大,输水管道中的流量、蓄水池中的上水量也随之增大,但是一二级能量俘获效率却有所降低。对比分析试验结果可得,波高对一二级能量俘获效率的影响较为显著,同时波高与输水管径有匹配关系,当波高较小时,达不到新型波浪能发电装置启动条件,发电装置不能得到充分利用;当波高过大时,输水管径会约束流量及上水量,而来波能量增大导致波浪能俘获效率降低。

3) 波浪周期的变化,对输水管道中的流量、上水量及装置一二级能量俘获效率的影响幅度较为稳定。在输水管径与来波能量相匹配时,波高越高周期越小装置的能量俘获效率越大。

4) 从新型波浪能发电装置发电部分角度讨论,

蓄水池的中上水量直接影响后续水轮机发电部分的工作性能及电能的产生。输水管道中的流量越大及蓄水池中上水量越大,通过后续的控制部分,产生的电能越稳定。因此在满足发电装置启动条件下,选择更大的输水管径,对后续的发电部分更为有利。

5)在实际设计研发新型浮筒式波浪能发电装置时,应综合考虑选址位置的波浪资源和预设年发电量,平衡输水管径、波浪条件对新型浮筒式波浪能发电装置的影响,获得更好的经济效益。

[参考文献]

- [1] 邓隐北,熊雯.海洋能的开发与利用[J].可再生能源,2004,(3):70—72.
- [1] Deng Yinbei, Xiong Wen. Development and utilization of ocean energy[J]. Renewable Energy Resources, 2004, (3): 70—72.
- [2] 彭建军.振荡浮子式波浪能发电装置水动力性能研究[D].济南:山东大学,2014.
- [2] Peng Jianjun. Study on hydrodynamic performance for oscillating floater buoy wave energy converter[D]. Ji'nan: Shandong University, 2014.
- [3] 张丽珍,羊晓晟,王世明,等.海洋波浪能发电装置的研究现状与发展前景[J].湖北农业科学,2011,50(1):161—164.
- [3] Zhang Lizhen, Yang Xiaosheng, Wang Shiming, et al. Research status and developong prospect of ocean wave power generation device[J]. Hubei Agricultural Sciences, 2011, 50(1): 161—164.
- [4] Wilkinson L, Whittaker T J T, Thies P R, et al. The power-capture of a nearshore, modular, flap-type wave energy converter in regular waves[J]. Ocean Engineering, 2017, 137: 394—403.
- [5] Zhang Yuquan, Zheng Yuan, Yang Chunxia, et al. System design and optimization study of axial flow turbine applied in an overtopping wave energy convertor[J]. Sadhana, 2015, 40(8): 1—19.
- [6] Margheritini L, Vicinanza D, Frigaard P. SSG wave energy converter: Design, reliability and hydraulic performance of an innovative overtopping device[J]. Renewable Energy, 2009, 34(5): 1371—1380.
- [7] Liu Zhen, Qu Na, Shi Hongda. Experimental study on hydrodynamic performance of a wave energy converter within multi-heaving-buoys[J]. International Journal of Energy Research, 2017.
- [8] 方子帆,马振豪,高术,等.多节漂浮型机械式波浪能发电装置的研制[J].太阳能学报,2015,36(10):2518—2523.
- [8] Fang Zifan, Ma Zhenhao, Gao Shu, et al. Development of multi segment float type mechanical wave energy power generation device[J]. Acta Energiæ Solaris Sinica, 2015, 36(10): 2518—2523.
- [9] 史宏达,曹飞飞,马哲,等.振荡浮子式波浪发电装置物理模型试验研究[J].海洋技术学报,2014,33(4):98—104.
- [9] Shi Hongda, Cao Feifei, Ma Zhe, et al. Physical model experimental study on the floating buoy wave power generator[J]. Journal of Ocean Technology, 2014, 33(4): 98—104.
- [10] 唐友刚,曲志森,赵青,等.新型浮式浮力摆波浪能装置运动特性试验研究[J].天津大学学报:自然科学与工程技术版,2017,50(10):1029—1036.
- [10] Tang Yougang, Qu Zhisen, Zhao Qing, et al. Test study of kinetic characteristic of a new floating flap wave energy converter[J]. Journal of Tianjin University: Science and Technology Edition, 2017, 50(10): 1029—1036.
- [11] 顾煜炯,谢典.一种振荡浮子式波浪能发电装置的实验研究[J].太阳能学报,2017,38(2):551—557.
- [11] Gu Yijiong, Xie Dian. Experimental research of oscillation float type wave energy power generation device[J]. Acta Energiæ Solaris Sinica, 2017, 38(2): 551—557.
- [12] 石晶鑫,李德堂,李达特,等.自升式波浪能发电装置设计与实验研究[J].中国造船,2014,55(2):138—145.
- [12] Shi Jingxin, Li Detang, Li Date, et al. Design of Jack-up wave energy power generation device and experimental research[J]. Ship Building of China, 2014, 55(2): 138—145.
- [13] 史宏达,王智强,刘娅君,等.适用于波浪能利用的低水头水轮机的试验研究[J].太阳能学报,2013,34(11):2038—2044.
- [13] Shi Hongda, Wang Zhiqiang, Liu Yajun, et al. An experimental study on low-head turbine's performance[J]. Acta Energiæ Solaris Sinica, 2013, 34(11): 2038—2044.

EXPERIMENTAL RESEARCH OF A NEW FLOATING-BUOY WAVE ENERGY CONVERTER

Zhang Buen¹, Zheng Yuan², Yu Yunchang³, Liu Huiwen¹

(1. *College of Water Conservancy and Hydropower Engineering, Hohai University, Nanjing 210098, China;*

2. *College of Energy and Electrical Engineering, Hohai University, Nanjing 210098, China;*

3. *Qingdao Weizhan Ocean Energy Technology Co., Ltd., Qingdao 266200, China*)

Abstract: A new floating-buoy wave energy converter(WEC) is proposed and designed. A test study of the new floating-cylinder WEC was carried out. A model with 1:16 scale was built and tested experimentally. The effects of pipe diameter, wave height and wave period on the performance of the water flow within the pipe, water volume in the reservoir and energy capture efficiency of the new floating-buoy WEC were researched which provides a reliable design basis for the construction of WECs. The results show that as the pipe diameter increases, the flow rate in the pipe, the water volume in the reservoir and the energy capture efficiency are increased. On the other hand, as the wave height increases, the flow and the water volume are also increased, but the energy capture efficiency is decreased. The change of wave period only has a small effect on the flow, the water volume or the energy capture efficiency. In model experiments, the energy capture efficiency of this new floating-cylinder WEC can be up to 37%, which is competitive with existing designs.

Keywords: wave energy conversion; models; energy efficiency; wave height; wave period; flow