

潮汐发电及其应用前景

陈金松 王东辉 吕朝阳

(中南勘测设计研究院 长沙 410014)

摘要 潮汐能是一种洁净无污染、蕴藏量丰富的可再生新能源。我国海岸线漫长曲折,蕴藏着丰富的潮汐能资源,开发和利用潮汐能,对于缓解我国能源危机具有重大意义。经过多年来对潮汐电站建设的研究和试点,不仅在技术上日趋成熟,而且在降低成本、提高经济效益方面也取得了很大进展。潮汐发电前景广阔。

关键词 潮汐能;潮汐发电;潮汐电站

1974年能源会议统计,全球海洋中所蕴藏的潮汐能约有30亿kW,可供开发的约占2%,即约6400万kW。全球电力市场到2000年已达8000亿美元并继续呈上升趋势。但是,仍有2亿人的用电需求得不到满足,发展中国家的用电量以每8年翻一番的速度在增长。在满足用电需求的同时,降低石油等非再生资源的消耗,减少环境污染,开发新型环保电站迫在眉睫。我国至今开发的潮汐能不足可开发量的1%,潮汐能作为一种清洁、可再生能源,开发潜力巨大。

一、潮汐发电概述

1. 潮汐发电原理

潮汐是海水在天体(主要是月球和太阳)的引潮力作用下所产生的周期性运动,海面垂直方向的涨落称为潮汐。

潮汐能是月球和太阳等天体的引力使海洋水位发生潮汐变化而产生的能量。潮汐能利用的主要方式是发电,潮汐发电的工作原理与常规水力发电的原理类似,它是利用潮水的涨、落产生的水位差所具有的势能来发电。由于蓄积的海水流量较大,但落差不大,并且呈间歇性,因此潮汐发电的水轮机的结构要适合低水头、大流量的

特点。

开发潮汐能,具体地说,就是在有条件的海湾或感潮河口建筑堤坝、闸门和厂房,将海湾(或河口)与外海隔开围成水库,并在闸坝内或发电站厂房内安装水轮发电机组。对水闸适当地进行启闭调节,使水库内水位的变化滞后于海面的变化,库侧水位与海侧潮位就会形成一定的高度差(即工作水头),从而驱动水轮发电机组发电(图1)。从能量的角度来看,潮汐发电就是将海水的势能和动能,通过水轮发电机组转化为电能的过程。可开发的潮汐能量和装机容量可按下列经验公式估算:

$$E_a = 0.55 \times 10^6 H^2 S \quad (1-1)$$

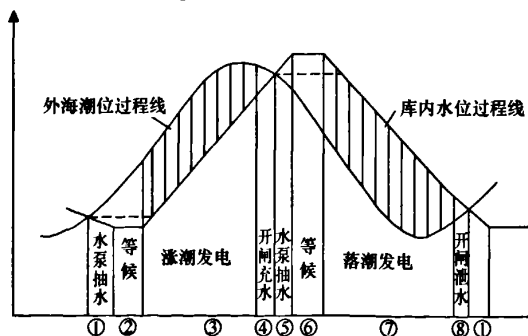


图1 双向运行潮汐电站工作原理示意图

注:本图系考虑水泵抽水工况下的双向潮汐电站工况示意图。

$$P=200H^2S \quad (1-2)$$

式中: E_0 为潮汐电站年发电量(单位 kWh);

P 为潮汐电站装机容量(单位 kW);

H 为潮差(单位 m);

S 为同一水深下的海域面积(单位 km^2)。

2. 潮汐发电的开发方式

为了调节水位,使发电尽量平稳,人类在开发利用潮汐资源的过程中提出了多种开发方式,其中最主要有单库单向、单库双向和双库单向三种开发方式(图 2)。

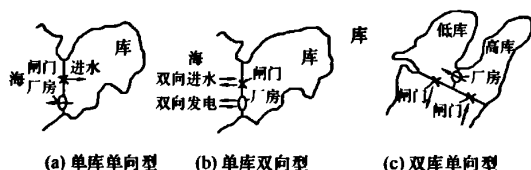


图 2 潮汐发电三种不同开发方式示意图

在单向方式中水头变化范围较小,平均工作水头略高,这样可以减少水轮机的数量和尺寸,从而减少潮汐电站的投资;而在潮差较小、海湾条件允许的电站,采用双向工作比较有利。

3. 潮汐电站的工作特点

潮汐发电耗用的能源是取之不尽、用之不竭的天然可再生能源。潮汐电站的出力和发电量主要随着太阳、月球和地球三者运行过程中相对位置不同而变化,具有间歇性、变动性、周期性及可预见性等特点;潮汐电站除建电厂外,尚需修建一系列水工建筑物,一般工程投资较大,施工期较长;潮汐电站比水电站有更多的综合利用条件(水产养殖、围涂造田、改善交通和发展旅游);潮汐电站机组的出力一般是随着时间变化的,因此不能在系统中替代工作容量,而只能起重复容量的作用。

4. 潮汐发电研究现状

潮汐能的最早利用方式是 11 世纪出现的潮汐磨坊;潮汐发电的实际应用开始于 1912 年德国胡苏姆兴建的一座小型潮汐电站;1966 年法

国建成的朗斯潮汐电站,装机容量为 24 万 kW,年均发电量为 5.44 亿 kWh,是当时最大的潮汐电站。目前,潮汐能开发的趋势是偏向大型化,如俄罗斯计划的美晋潮汐电站设计能力为 1 500 万 kW,英国塞汶电站为 720 万 kW,加拿大芬地湾电站为 380 万 kW。预计到 2030 年,世界潮汐电站的年发电总量将达 600 亿 kWh。

我国是世界建造潮汐电站最多的国家,在 20 世纪 50~70 年代先后建造了近 50 座。但据 20 世纪 80 年代统计,只有 8 座尚在工作,总装机 6 120 kW,其中最大的是浙江江厦潮汐试验电站,为 3 900 kW。单机容量 500 kW 和 700 kW 的灯泡贯流水轮发电机组全由我国自己研制。近 50 年来,工程技术人员一直致力于将潮汐发电形成工业规模的研究,在机组可靠性、水库泥沙防淤、连续供电、防腐和防污、浮运法施工、操作系统自动化和优化调度等方面取得了显著成果。

2002 年提出利用近海浅滩人工筑库的潮汐电站,可以不占用宝贵的港湾、河口,不干扰海洋自然环境,英国威尔士已有三处在论证。我国沿海大陆架宽广,有大片倾斜平缓的浅滩,又有具有开发价值的潮差,可以考虑此种方法开发潮汐能。

二、潮汐发电应用前景

1. 开发意义

我国幅员辽阔,但能源资源并不丰富,且人均资源占有率低。中国人口占世界的 20%,而已探明的煤炭储量只占世界的 11%,原油占 2.2%,天然气占 1.2%;人均煤炭资源为世界平均值的 42.5%,人均石油资源为 17.1%,人均天然气资源为 13.2%,人均能源资源占有量不到世界平均水平的 50%。伴随着中国经济的快速增长,中国的能源储量与未来几十年的发展需求之间的缺口将越来越大。目前国内能源缺口量约 1 亿 t 标准煤,2030 年约为 2.5 亿 t 标准煤。按照专家的估算,我国煤炭剩余可采量为 1 900 亿 t,

可供开采不足百年;石油剩余可采量为 23 亿 t,可供开采不足 20 年;天然气剩余可采量为 6 310 亿 m³,可供开采不足 40 年。

在我国能源的品种构成中,优质能源比例很低。目前,煤炭消费量已经占我国一次能源消费总量的 75%以上,相当于世界同类平均值 3 倍。煤烟型污染成为我国大气污染的主要部分,燃煤电厂排放的二氧化硫和氮氧化物是造成酸雨的主要原因。2005 年我国二氧化碳排放量占全球总量的 18%,居全球第二,并呈增长趋势。专家预测,不久以后我国二氧化碳排放量将超过美国居全球第一,成为全球最大的温室气体排放国。如何在经济发展的同时,抑制住矿物能源消耗的急剧增长,对我国将是严峻的考验。《中华人民共和国国民经济和社会发展第十一个五年规划纲要》明确提出“十一五”期间单位国内生产总值能耗降低 20%左右,主要污染物排放总量减少 10%的约束性指标。

因此,在满足用电需求的同时,降低石油等非再生资源的消耗,减少环境污染,开发新型环保电站迫在眉睫。潮汐能是一种不会给未来地球人类带来污染和灾难的能源,在有条件利用潮汐能的沿海国家和地区,建设潮汐电站不失为缓解能源危机的一种有效方案。

2. 发展前景

近海(距海岸 1 km 以内)水深在 20~30 m 的水域是潮汐能开发的理想海域。欧洲工会已探测出 106 处适于兴建潮汐电站的海域,其中英国就有 42 处。英国水轮机研究方面的专家弗兰克·彼得认为,在菲律宾、印度尼西亚、中国和日本海域都适于兴建潮汐电站。随着技术的日臻完善,潮汐电站的发电成本在现有的基础上还将降低。

我国的海域辽阔、海岸线长,大陆海岸线长达 18 000 km,加上 6 500 多个海岛的岸线,岸线长度在 32 000 km 以上。据对全国可开发装机容量 200 kW 以上的 424 处港湾坝址的调查资料

表明,我国的潮汐能蕴藏量为 1.1 亿 kW,可开发总装机容量为 2 179 万 kW,年发电量 624 亿 kWh,容量在 500 kW 以上的站点共 191 处,可开发总装机容量为 2 158 万 kW。

20 世纪 90 年代,在化石能源消耗殆尽、关切减缓温室效应、减少环境危害影响的驱动下,各国都总结潮汐电站运行的经验,论证其综合效应及采用新技术,实行鼓励新能源和绿色能源开发的政策以降低潮汐电站成本,于是又掀起了新一轮开发潮汐电站的热潮。可以说,潮汐发电前景广阔。

三、结论

随着我国经济的不断发展,电力不足的问题已越来越严重。尤其是东部沿海地区为我国的电力负荷中心所在,北京、上海和广东等东部 7 省市的电力消费占全国的 40%以上,而这些地区煤、石油等常规能源资源比较贫乏,潮汐能等可再生能源蕴藏量大。因此,我国应大力发展潮汐能发电,以减轻对煤、石油等非可再生能源的依赖。

总之,潮汐能发电具有可再生、清洁和可预报等优点。经过多年来对潮汐电站建设的研究和试点,不仅在技术上日趋成熟,而且在降低成本、提高经济效益方面也取得了很大进展。开发潮汐能前景广阔。

参考文献

- [1] 李允武.海洋能源开发[M].北京:海洋出版社,2008.
- [2] 沈祖诒.潮汐电站[M].北京:中国电力出版社,1998.
- [3] 褚同金.海洋能资源开发利用[M].北京:化学工业出版社,2005.
- [4] 黄祖珂,黄磊.潮汐原理与计算[M].青岛:中国海洋大学出版社,2005.
- [5] 范波芹,索丽生,等.重视潮汐电站的开发与利用[J].水电能源科学.2001,19(2):71-73.