

福建潮汐能资源开发利用研究

杨志英

(河海大学, 江苏 南京 210098)

摘要: 该文通过对福建沿海蕴藏的海洋潮汐能资源分析与分类, 从潮汐能开发利用与能源可持续发展、潮汐能开发利用原理与模式、潮汐能开发利用存在问题与对策等方面进行技术经济分析, 论证了潮汐能开发利用的显著经济、社会和生态效益, 提出了在缺煤少油的福建省开发利用潮汐能势在必行的结论。

关键词: 潮汐能; 资源; 开发利用; 研究

中图分类号: P743.3 **文献标识码:** B **文章编号:** 1002-3011(2002)04-0001-03

1 概述

资源、环境和人口是 21 世纪人类面临的三大问题。随着经济的高速发展和全球人口的急剧膨胀, 人类的能源消费也大幅增长。由于人类目前使用以原油、煤炭和天然气为主的矿物能源存量有限且不可再生, 大力开发利用新能源和可再生能源逐步代替矿物能源已成为世界各国竞相探索的重要课题。新能源和可再生能源(也称绿色能源)的开发利用程度和人均消费水平已成为人类社会生产技术、生活水平和可持续发展的重要标志。

可再生能源包括水能、太阳能、风能、生物质能、地热能、海洋能和氢能。其中, 以潮汐能为代表的海洋能是人类取之不尽、用之不竭的能源宝库。据权威统计, 全世界海洋能的理论蕴藏量超过 760 亿 kW, 仅潮汐能就达近 30 亿 kW, 年可发电约 1.2 万亿 kWh。在我国 18000km 漫长的海岸线上, 海域面积达 470 多万 km², 其中仅福建省就有海岸线 3324km, 可用于潮汐发电的海域面积达 3000 多 km², 均居全国第二, 其蕴藏的潮汐能达 1000 万 kW 以上, 居全国首位。因此, 福建沿海潮汐能源的开发利用必将对福建的经济、社会和可持续发展发挥愈来愈重要的作用。

2 潮汐能开发利用与能源可持续发展

2.1 必要性

首先, 人类目前使用的能源主要是天然气、石油和煤炭。作为不可再生的矿物能源, 其资源总量是有限的。根据国际能源组织的统计和测算, 如对现有矿物能源的消费不加节制, 以目前的开采速率, 石油只能维持约 40 年, 天然气(常规)约 65 年, 煤炭约 250 年。这与人类历史相比是微不足道的。所以, 加快寻找和开发可再生的新能源以替代传统能源已经成为人类发展中的紧迫课题。

其次, 从环境和生态角度看, 主要由矿物能源构成的传

统能源的开发和使用是造成大气污染、“酸雨”和“温室效应”的主要原因, 已对人类的生存和发展构成了日益严重的威胁。因此, 开发利用洁净无污染的新能源是保护环境、实现可持续发展的必然要求。

潮汐能作为一种可再生、无污染的能源具有广阔的发展前景, 也是福建重视区域能源结构调整, 优先发挥本地洁净能源作用, 走可持续发展之路的必然选择。

2.2 可行性

中国是世界上最早利用潮汐能的国家, 早在唐代我国沿海地区就出现了利用潮汐能推磨的小作坊。20 世纪后, 潮汐能的开发进入了实际应用阶段。1912 年在德国的胡苏姆兴建的一座小型潮汐电站是世界上对潮汐发电的首次实际应用。1966 年, 世界上第一座具有经济价值且规模最大的潮汐能源电厂——郎斯电厂在法国布列塔尼的朗斯河口建成, 其装机容量达 24 万 kW, 采用了可逆式水轮机, 无论涨潮退潮都能做功, 年发电量 5.44 亿 kWh, 至今已安全运行 37 年, 产生了可观的经济和社会效益。未来的 10 至 15 年, 英、加、俄、印等国将建成百万千瓦级的潮汐电站。丰富的能量、成熟的技术加上先进的设备使潮汐能的开发具有技术和经济两方面的现实可行性。

2.3 优越性

潮汐电站利用海水上涨下落的潮差发电, 无需燃料, 不会污染环境。据对浙江省江夏和海山潮汐电站连续 14 年的统计, 平均每年节约发电用消耗煤约 2400t, 燃料费近 100 万元。潮汐能属可再生能源, 取之不尽, 用之不竭, 可作为常规能源的补充。潮汐电站建在沿海滩涂, 一般无需淹地, 也没有移民, 可节省大量的土地资源。

潮汐电站运行规律性强, 发电量稳定少变, 运行管理方便。电站建设形成的滩涂和水面可进行种养等开发利用。利用潮汐发电既可减轻环境污染、节约常规能源, 又能改善能源结构, 其优越性和发展潜力是不言而喻的。

收稿日期: 2002-10-21

3 福建潮汐能资源分析

3.1 潮差高

福建省海岸线曲折, 港湾多, 潮差大, 平均潮差为4.2m。在沿海各省中, 稍逊于浙江。而三都澳和兴化湾平均潮差分别是5.34m和5.15m, 最大潮差分别达8.32m和8.74m, 是全国罕有的大潮差海湾。由北到南, 主要的海湾有: 沙埕港、福宁湾、三都澳、罗源湾、黄岐湾、福清湾、兴化湾、湄洲湾、泉州湾、围头湾、厦门港、东山湾、诏安湾、官口港。其主要潮差值见表1。

3.2 潮能足

据1981年普查, 全省海湾水面面积在0.25km²以上的共有65处, 其潮汐能的理论蕴藏量为3424.68万kW, 年平均

表1 沿海主要港湾潮差情况

站 址	最大潮差 (m)	最小潮差 (m)	平均潮差 (m)
连江大官坂	8.93		4.95
三都澳三都站	8.38		5.34
平潭东沃站	6.70	1.05	4.24
福州港梅花	7.04	1.18	4.46
兴化湾郎官司站	8.74		5.60
泉州港后渚	6.93		4.52
厦门港鼓浪屿	6.92	0.99	3.96
东山湾	4.16		2.27

表2 福建省可开发的超大型潮汐能电站概况

海湾名称	电站名称	海堤长度 (km)	发电库 水面积 (km ²)	平均潮差 (m)	理论蕴藏量		可开发	
					装机容量 (万kW)	年电能 (亿kWh)	装机容量 (万kW)	年电能 (亿kWh)
三都澳	三都澳	5.7	233.02	5.34	438.55	127.62	129.34	35.57
福清湾	福清湾	9.9	326.08	4.21	381.45	111.00	115.59	13.79
兴化湾	兴化湾	12.9	451.89	5.15	791.03	230.19	239.71	65.92
湄洲湾	湄洲湾	5.7	289.52	4.55	395.58	115.11	119.87	32.97
合 计	4处	34.2	1300.51		2006.61	583.92	604.51	148.25

表3 可开发潮汐能资源分布

地 市	合 计		其 中					
	装机容量 (万kW/处)	年电能 (亿kWh)	0.05万kW~2.5万kW		2.5万kW~25万kW		25万kW以上	
			装 机 (万kW/处)	年电能 (亿kWh)	装 机 (万kW/处)	年电能 (亿kWh)	装 机 (万kW/处)	年电能 (亿kWh)
合 计	1032.10/65	283.84	20.14/33	5.55	217.80/24	59.9	794.16/8	218.39
宁德市	263.04/16	72.34	8.17/8	2.25	50.35/6	13.85	204.53/2	56.06
福州市	253.35/30	69.68	10.01/20	2.76	39.47/7	10.85	203.85/3	98.88
莆田市	378.99/7	103.99	1.31/3	0.31	17.46/2	4.80	359.58/2	
泉州市	45.99/4	12.65			45.99/4	12.65		
厦门市	26.69/2	7.33	0.47/1	0.13		17.75	26.21/1	7.21
漳州市	64.89/6	11.85	0.36/1	0.1	64.53/5	27.75		

均电能966.42亿kWh, 其中可开发的潮汐能装机1033.27万kW, 年平均电量283.84亿kWh, 占全国可开发的潮汐能年电量的46%, 居全国首位。

福建省潮汐能资源主要集中于三都澳、福清湾、兴化湾和湄洲湾, 这四处可能开发的潮汐能装机容量均超过100万kW, 合计装机容量604.51万kW, 占全省潮汐能装机容量的58.5%。按潮汐能电站规模分类, 可能开发的装机容量小于0.5万kW的有17处, 0.5万kW~5万kW的有25处, 装机容量5万kW~100万kW的有18处, 大于100万kW的有4处, 其概况见表2。

3.3 分布广

福建可开发潮汐能资源分布按地区的统计结果见表3, 其中以莆田居首, 宁德、福州次之, 分布在沿海六个地市。

3.4 潜力大

按可开发潮汐电站的装机规模划分, 全省范围内装机在0.05万kW~2.5万kW的电站33处, 总装机容量20.14万kW; 2.5万kW~25万kW的电站24处, 总装机容量217.80万kW; 25万kW以上的电站8处, 装机容量794.16万kW, 由此可见其发展潜力巨大。当然, 开发利用潮汐能也应遵循效益最大、成本适宜的原则, 因此应优先选择已建的围垦工程。据现有25处万亩围垦工程统计, 可开发装机容量32.46万kW, 年电能9.2亿kWh。其中, 平潭县的幸福洋潮汐电站就是充分发挥围垦工程的作用, 装机1280kW, 年发电315万kWh, 于1989年初建成投产。

4 潮汐能开发利用原理与模式

4.1 潮汐能开发利用原理

地球上不同海域的水位受月球(主导)、太阳等天体引力的作用而产生消涨现象,人们称之为潮汐。潮汐运动所产生的能量即为潮汐能。

潮汐发电与水力发电的原理相似,就是利用潮水涨落的水位差发电,即把海水涨、落潮的能量变为机械能、机械能转变为电能的过程。运用低水头大流量的水轮机,只要有1m的潮差以及可供筑坝建库的地形就可实现潮差发电。这也是现代潮汐能的主要利用形式。

4.2 潮汐能开发利用模式

开发潮汐电站依技术、设备、地形的不同可采取不同的模式。(1)单库单向型潮汐电站。这种电站只建一个水库,涨潮时引水,落潮时发电,水轮机组只要满足单方向通水发电的要求即可。优点是建筑物和发电设备的结构比较简单,投资较省,不足之处是发电时间短。(2)单库双向型潮汐电站。其优点是涨落潮都能发电,发电时间和发电量都比单向型潮汐电站多,工作效率和资源利用率较高,这是目前潮汐发电的主要形式。(3)双库双向型潮汐电站。需要建造两个相邻的水库,可以利用两个水库的水位差全日发电。优点是连续发电,但经济上不合算,未见实际应用。

4.3 我国潮汐能开发利用实践

我国从20世纪60年代开始进行潮汐能开发利用,40多年来先后建成并长期运行的潮汐电站有8座,总装机容量6120kW,主要分布在浙江、福建等沿海省份。其中装机容量最大的是位于浙江省温岭市的江厦潮汐试验电站,装机容量3200kW,共安装了5台灯泡贯流式水轮发电机组,单机容量为500kW和700kW,均由我国自行设计、制造,其年发电量达1070万kWh,经30多年运行,证明电站的设计、制造、安装和运行管理都是成功的。我省于1989年初利用围垦工程建成了平潭县幸福洋潮汐电站,装机1280kW,年发电量约315万kWh。

20世纪80年代以来,浙江和福建等地开展了对本省潮汐能资源情况的详细勘察,并依据勘察结果做出了初步开发规划,与此同时,还对若干个大中型潮汐电站建设进行了选址、勘测、设计或可行性研究等大量前期工作。

通过40多年的实践,我国开发利用潮汐能的技术、设备和实践已经有较好的基础和丰富的经验积累,小型潮汐发电技术与设备已基本成熟,并具备了开发万千瓦级中型潮汐电站的技术条件。

5 潮汐能开发利用存在问题与对策

5.1 存在的主要问题

(1)已开发的潮汐电站规模小,投资高。位居“亚洲第一”、“世界第三”的浙江省江厦潮汐试验电站装机容量仅为3200kW,远低于万千瓦级的规模,最大单机容量仅为

700kW,是目前法国朗斯潮汐电站总装机的1/75和单机容量(1万kW)的1/14。

(2)经济效益差。我国潮汐电站由于装机容量少、设备落后、运行自动化程度低、职工人数多,造成潮汐电站的经济效益普遍低下,加上就站建站,未充分利用围地和水面进行综合开发,电站工程设施的综合利用程度不高,缺少创收条件。

(3)设备材料不过关,运行成本高。现行的适应海水的低水头大流量灯泡贯流式水轮发电机组在设计、选材、制造等方面尚有许多难点,机组抗锈蚀、抗附生物能力差,导致机组运行维护成本居高不下。

(4)政府有关部门对潮汐能开发利用的意义和作用认识不足,对开发工作重视和支持不够,缺乏相应的激励政策和优惠措施,从而削弱了开发利用潮汐能的积极性。

5.2 主要对策

(1)确立可再生能源的战略地位。在福建21世纪能源发展战略部署中,应把多元互补、洁净化和可持续发展作为基本政策,高度重视区域性能源结构优化,建立水电能(1061.9万kW),潮汐能(1032.10万kW)和风电(1000万kW)三大绿色、永久性能源基地,以优先发挥本地能源资源的作用,走开发可再生能源之路。

(2)制定发展规划,加大投资力度。各地应积极地、因地制宜地制定可再生能源发展规划。沿海以开发潮汐能、风能为主,山区以开发水电能、生物质能为主,把可再生能源发展规划列入国民经济发展总体规划之中,列入各级财政预算。政府各相关部门可在科研资金、示范建设项目资金、可再生能源项目补贴、事业费补贴及贴息政策等方面加大投资扶持力度。支持部门、地方和企业研究和开发利用潮汐能。

(3)制定优惠政策。潮汐能作为可再生能源的开发利用,集社会、经济、环境效益于一体,而且在生态省建设和可持续发展战略中具有特殊意义,因此应在财政、信贷、用地、税收、上网电量和上网电价等方面给予政策支持,鼓励地方、企业和个人投资经营潮汐电站建设。

6 结论

潮汐能属洁净、无污染、可再生、永久性能源,是21世纪解决人类面临的能源问题的重要选择之一。福建省缺煤少油,人口稠密,耕地少,开发沿海丰富的潮汐能具有显著的经济、社会和环境效益,势在必行。

参考文献

- [1] 中国自然资源丛书编撰委员会.中国自然资源丛书——福建卷[M].北京:中国环境科学出版社,1995.
- [2] 潮汐能开发:21世纪进入新阶段[N].经济参考报.2001-12-31.

作者简介:杨志英(1955-),男,福建安溪人,博士研究生,长期从事水利水电管理工作。