

# 刍议海水抽水蓄能技术发展现状及应用前景

姜羽寒 靳永卫 吴小林 俞悦泽

浙江缙云抽水蓄能有限公司

DOI:10.32629/hwr.v3i10.2448

**[摘要]** 大规模物理储能中抽水蓄能技术是应用得较广泛的一种储存电力的方式,也是电力储能技术中最简单、最直接、可行性较高的一种储能方式。传统的抽水蓄能技术需要十分苛刻的工程地质环境,工程投资成本巨大,对淡水资源的依赖性很高,同时也对淡水资源造成了巨大的浪费,严重破坏生态环境。海水抽水蓄能技术能极大减小工程投资成本,利用海水蓄能,避免的淡水资源的浪费,同时,中国具有极为丰富的海洋资源,在海水抽水蓄能技术的开发利用上存在着巨大潜力。

**[关键词]** 海水抽水蓄能技术; 发展现状; 应用前景

## 1 海水抽水蓄能技术的发展状况

### 1.1 海水抽水蓄能技术原理

抽水蓄能是水力发电技术的一种,它不仅是发电站,还兼具着规模蓄能和调节电网的功能。抽水蓄能电站以上、下两个水库为核心。当上库的水流向下库时,就是常规的水电站,上库储存的势能就转换为电能;当我们利用水泵把下库的水输送到上库时就成了抽水蓄能,消耗的其他能源就转换为水的势能。

海水抽水蓄能是将传统抽水蓄能的淡水换成海水,同时,海水抽水蓄能将海洋作为传统抽水蓄能中的下库(池)。储能时,水泵或者可逆式水泵水轮机工作,将海水从海洋抽送到上库,储存势能;释能时,海水从上库流下,驱动发电机组,将势能转化为电能。

### 1.2 海水抽水蓄能技术的优点

海水抽水蓄能技术的发展能有效利用海洋资源,能为沿海地区和海岛的经济建设与资源开发提供稳定的能源,同时能够有效地调节用电低谷,促进智能电网的快速发展。另一方面,海水抽水蓄能技术的发展能够加快对海水资源的利用,从而有效的保护和节约淡水资源,在一定程度上避免了对生态环境的严重破坏。

## 2 海水抽水蓄能技术在我国发展的潜力

### 2.1 我国海水抽水蓄能技术应用前景

我国沿海经济发达地区如浙江、广州等经济发展较快,电力负荷和峰谷差日益增大。同时,近年来我国沿海地区可再生能源如风电和太阳能发

防止出现裂缝。首先在常规的保湿等防护措施之外,应注意对混凝土内外温差、内部降温速度以及强度进行定期检测和记录,观察表面或复杂结构部位是否出现细微裂纹,从而由工程技术人员决定是否调整养护措施或进行处理。其次大体积混凝土养护时可根据需要在内部布置的散热水管中充水,达到控制温度和降温速度的目的。

### 2.4 对已形成的裂缝进行评估和设计修复方案

虽然经过理论分析能够找到所有混凝土裂缝的成因并加以控制,但是依然无法百分百的没有裂缝问题。因此在水利工程施工中,也需要做好应对这一缺陷的准备。在由专业技术人员对其进行科学评估后,决定采用何种手段修复,确保水利工程的质量不受影响。具体的修复方法首先是对浅表裂纹,可以使用水泥浆等材料进行简单的涂抹,而对于有严格防水要求的部分,需要使用防水材料进行修复。其次当裂纹相对明显且较深时,可以利用专用设备将水泥浆等胶体材料注入裂缝,从而重新形成一个牢固的整体结构。此外对于较宽裂缝,一般可以直接进行填充和加固处理。

电发展十分迅猛,可再生能源的间歇性和不稳定性也亟需合适的电力储能系统。因此,在靠近负荷中心的海边建立启停快、运行灵活的海水抽水蓄能系统不仅能够解决沿海地区电力供求的矛盾,而且将有利于电网的经济安全运行。

另外,我国海域分布着众多的海岛,大多数海岛由于与大陆隔离,其开发深受电力、饮用水紧缺和交通困难的制约。目前,对于近海海岛,能源供应主要依靠海底电缆或架空高塔跨越输电线路输送的电力,但是这种供能方式存在初投资高、修复时间长、运行维护成本高等问题。对于偏远海岛,能源供应主要依靠独立的燃油供电体系,但这种供电体系不仅对燃料的输送和储运要求严格,成本高,燃料利用率低,同时其对环境污染严重,供电系统也不稳定。另一方面,由于海岛特殊的地理位置,其风能、太阳能、海洋能等可再生能源丰富,若在海岛上建立可再生能源多能互补的独立供电系统,将减少海岛对柴油的依赖。同时,海岛濒临海洋,有天然的水库,采用海水抽水蓄能的电力储能方式,一方面能够提高燃油供电体系的稳定性,另一方面也能弥补可再生能源发电的间歇性和不稳定性,提高可再生能源在供电体系中的发电渗透率。

海水抽水蓄能系统的建设,能够充分地利用我国沿海地区 and 海岛丰富的资源优势,同时带动其它产业的发展,从而促进沿海地区和海岛的开发建设。国家海洋事业发展“十二五”规划中提出要推进海水资源综合利用和加快海洋可再生能源的利用,国内已有不少研究人员对沿海地区和海岛的可再生能源的利用进行了研究,但对沿海地区和海岛的电力储能技术的

## 3 结束语

综上所述,在城市化建设进程中,水利工程数量明显增多,随着施工规模的扩大,需要采取新型施工技术来保证工程质量。其中混凝土施工是重要的施工环节,施工质量好坏对水利工程总体施工效益有直接影响。因此,有必要注重混凝土施工质量控制,不断改进施工工艺。

### [参考文献]

- [1] 卢林峰. 浅谈水利工程混凝土施工技术及其质量控制策略[J]. 居舍, 2019(11):54.
- [2] 杨小飞. 浅谈水利工程混凝土施工技术及其质量控制策略[J]. 居舍, 2018(33):57-58.
- [3] 于敏芝, 胡永胜. 水利混凝土施工质量控制措施分析[J]. 建材与装饰, 2016(53):19-20.

### 作者简介:

郑跃军(1983—),男,河南平顶山人,汉族,本科生,工程师,现从事工程测量、水利工程管理、水情测报方面工作。

研究较少,因此海水抽水蓄能系统具有广阔的应用前景。

## 2.2 我国海水抽水蓄能系统的发展潜力

我国拥有绵长的海岸线,大陆海岸线长1.8万千米,同时,1996年第一次《全国海岛综合调查报告》表明,我国面积在500m<sup>2</sup>以上的海岛共6961个(中国香港、澳门和台湾及海南岛除外,海南岛本岛和中国台湾、香港、澳门所属有410个海岛),其中有人居住的海岛为433个,人口达452.7万人。中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司通过对我国南部沿海地区广东省、海南省、广西省的海岸线长度、沿海地形地貌概况、海洋岛屿分布等情况分析,对我国南部沿海地区海水抽水蓄能资源进行了筛选普查,并对海水抽水蓄能资源进行了初步评估。结果表明,我国南部沿海地区有81个海水抽水蓄能资源站点,装机容量可以达到18110MW。此外,华东勘测设计研究院对我国东部沿海地区海水抽水蓄能资源开发潜力进行了研究评价,该研究通过对比分析国外海水抽水蓄能电站发展现状及典型案例,对我国东部沿海地区海水抽水蓄能电站建设条件、必要性、站点资源情况、关键技术与国内设备制造能力、试验性站点选择和试验性站点的建设调剂及工程设计等关键技术问题进行了重点研究,并提出了试验性站点的初步方案。上述调查报告和普查工作表明在我国可供选择建设海水抽水蓄能电站的地址很多,我国具有优越的建设海水抽水蓄能电站的资源条件,可以充分开展海水抽水蓄能系统的技术研究和示范试验。

我国海水抽水蓄能系统的发展方向主要包括以下三个方面:一为对海水抽水蓄能系统主要参数选择、工程地质技术问题以及海水抽水蓄能机组技术等关键技术的研究;二为海水抽水蓄能系统将向海水抽水蓄能系统与其它类型电站(如柴油发电)耦合的方向发展,这样能够提高海岛供电系统的效率和稳定性;三为海水抽水蓄能系统将向海水抽水蓄能系统与可再生能源如风能、太阳能、海洋能等的耦合的方向发展,这样可以解决可再生能源的间断性和不稳定性问题,是提高可再生能源发电渗透率的迫切需要,也将是海水抽水蓄能系统近期的主要发展方向。

## 3 海水抽水蓄能技术发展的主要阻力

### 3.1 工程建设条件

就目前的工程技术水平来说,工程建设问题已不再是十分艰难的问题,基本上能够解决工程上遇到的问题,例如区域地质和构造稳定性问题、地形地貌条件问题、极端天气、工程地质条件问题等。

我国沿海地区从北向南主要受朝鲜半岛地震带、郟庐地震带、长江下游—黄海地震带、长江中游地震带和华南沿海地震带影响,地震活动复杂。在沿海地区选择地形地貌条件相对合适,地壳稳定性高的建站场址,在目前的技术看来是完全可行的。

我国海岸线长约18000km,大陆海岸线长约1.8万km,岛屿海岸线约1.4

万km,合计约3.2万km,在地形变化复杂的海岸线上游更广阔的选址范围,可选站点多就是一定的先天优势,而且沿海多数地区经济发达、交通条件便利,为后续工程建设的组织和实施提供了强有力的保障。

工程地质条件问题也是工程建设的一大阻力,但是海水抽水蓄能发电工程规模一般小于常规抽蓄电站,工程地质条件简单,建设期土建难度小,以目前国内岩土/地质技术解决以下工程地质条件问题完全没有问题:(1)上水库—海水蓄水池、输水发电系统的渗透漏水问题;(2)海水渗透对地下水和土壤的污染;(3)地质缺陷带/体一般富水,对工程建设影响大,精细化探测和评价显得尤为重要;(4)建筑材料勘察。

### 3.2 设备抗环境干扰能力

海水抽水蓄能电站启停快、运行灵活,可以在电网中调峰调频,并利用海洋作为下库,水量充沛、水位变幅小,利于水泵水轮机的稳定运行,建设费用低,节约淡水资源,可再生能源的发电渗透率有所提高。然而,海水比淡水的腐蚀性更强,需要更为苛刻的运行条件,诸多技术性难题在研究及应用中涌现了出来,例如设备腐蚀、微生物附着、渗透和泄露、稳定运行等问题。

### 3.3 初始能源问题

电力是促进海岛经济发展和资源开发的第一推动力,同时,电力又需要其他能源作为原料。大多数海岛都远离大陆,海底电缆或者架空高塔跨越输电线路输送电力初期投资高、修复时间长、运行维护成本高;燃油供电需要十分苛刻的燃料的输送和储运条件,成本高、利用率低,环境污染严重。因此找到方便清洁可利用的清洁能源作为抽水蓄能的原料成为了海水抽水蓄能的关键技术。风能、潮汐能、太阳能等都是海岛上可以利用的经济且可再生的能源,但是这些产能方式都是不稳定的,只有把他们存储起来然后有规划的释放才能持续稳定的提供电力。

## 4 结语

海水抽水蓄能技术利用海洋作为上水库或下水库,水位变幅小,减少了水库建设及其投资成本,解决了传统抽水蓄能电站对淡水资源的利用问题以及环境破坏问题,对于临海和淡水资源缺乏的岛国和城市具有非常广阔的发展前景。

### [参考文献]

[1]刘哲.海水抽水蓄能技术在海岛供电中的应用探讨[J].电力与能源,2017,38(05):593-597.

[2]刘万久,张皓,黎俞琳,等.浅谈海水抽水蓄能电站在中国的发展前景[J].四川水泥,2018,(03):295-296.

[3]熊伟平.冲绳海水抽水蓄能电站概况、技术特点及借鉴[J].水电与抽水蓄能,2018,4(06):56-66+12.