

# 我国水力发电现状和进一步提升水电产业竞争能力的思考

闫 征

哈尔滨电机厂有限责任公司, 黑龙江 哈尔滨 150040

**[摘要]**构建以新能源为主体的新型电力系统,是我国实现“碳达峰”“碳中和”目标的重要支撑,也是推动我国经济社会绿色可持续发展的必然选择。在新型电力系统中,水电作为重要的电源形式,将发挥重要的调节和支撑作用。我国拥有世界最丰富的水能资源,常规水电的水能理论蕴藏量 6.87 亿千瓦,截止 2021 年底已完成常规水电装机 3.55 亿千瓦,开发程度 51.7%,距离欧洲发达国家开发程度 80%以上水平仍有一定差距。同时,抽水蓄能电站装机容量占我国总装机容量不足 2%,与西方国家差距明显。总体看,我国常规水电开发程度不高,抽水蓄能占比偏低,我国水电发展面临着环境压力和不均衡发展的压力。科学发展水电产业,对于完善国家能源布局,保障国家能源安全具有重要意义。如何科学合理高质量发展水电产业,是摆在中国水电人面前的重要课题,文中对此进行了思考和阐述。

**[关键词]**水力发电;现状;高质量发展

DOI: 10.33142/hst.v5i5.7089

中图分类号: TV211.14

文献标识码: A

## Thoughts on Current Situation of Hydropower Generation in China and Consideration on Further Improving the Competitiveness of Hydropower Industry

YAN Zheng

Harbin Electric Machinery Company Limited, Harbin, Heilongjiang, 150040, China

**Abstract:** Building a new power system with new energy as the main body is an important support for China to achieve the goals of "carbon peak" and "carbon neutralization", and also an inevitable choice to promote the green and sustainable development of Chinese economy and society. In the new power system, hydropower, as an important form of power supply, will play an important role in regulation and support. China has the richest hydropower resources in the world. The theoretical reserves of conventional hydropower are 687 million kilowatts. By the end of 2021, the installed capacity of conventional hydropower has reached 355 million kilowatts, with a development degree of 51.7%. There is still a certain gap from the level of more than 80% of the developed countries in Europe. At the same time, the installed capacity of pumped storage power stations accounts for less than 2% of the total installed capacity of China, which is obviously different from that of western countries. Generally speaking, the development of conventional hydropower in China is not high, and the proportion of pumped storage energy is low. The development of hydropower in China is facing the pressure of environmental pressure and unbalanced development. Scientific development of hydropower industry is of great significance to improve the national energy distribution and ensure the national energy security. How to develop the hydropower industry in a scientific, reasonable and high-quality manner is an important issue facing the Chinese hydropower people. This paper gives some thoughts and explanations on this.

**Keywords:** hydropower generation; present situation; high quality development

### 1 水力发电的特点及影响

水力发电优势明显,水能作为一种自然储量巨大且可再生的清洁能源,是大自然赐予人类的宝贵财富,水力发电成本较低,水轮发电机组调节简易快速,发电效率也高;抽水蓄能机组作为水力发电的重要形式,还可以承担电网的电网调峰、调频、调相、事故备用等功能,对于提高了电力系统中基荷设备的使用效率、提高电力系统对风电、光伏等新能源的消纳能力等方面都发挥了重要作用,是目前最成熟的电能存储方式;水力发电还能够发挥防洪、旅游、养殖等水资源综合利用功能。同时,水力发电也存在一定缺点,水电建设主要依靠自然的湖泊、河流等,因此地

域局限性大;发电量受河流流域降水影响,季节波动和年度波动明显;由于地形限制,单机容量无法建造的太大;土建工程量大,初期一次性投资多,建造费用高;工程建设一定程度上会影响周边自然生态环境,需要加大环境保护投资。

### 2 水力发电发展现状

#### 2.1 工程建设水平

我国水力发电虽然起步较晚,但发展迅猛。目前,国内水力发电工程建设已具备相当规模。初步统计已建成各类水电站及水库 85000 余座,水库容量 6000 余亿立方米,其中已建成和在建的装机容量超过 100 万千瓦以上的大型水电站超过 120 座。水电规模快速增长,在 2004 年、

2010年、2014年相继突破1亿千瓦、2亿千瓦、3亿千瓦,2021年底已完成水电装机3.9亿千瓦。我国在水电工程建设方面,已具备从投资、规划,到设计、施工、制造及运营管理的全产业链能力,我国的水电业务不但服务国内经济发展,同时已大跨步走向世界,据初步统计,中国水电国际业务遍及全球140多个国家和地区,参与建设的国外水电站项目约超过300座,占据海外70%以上的水电建设市场份额,在200米级、300米级高坝等技术指标均保持行业记录;大坝工程、复杂基础处理、高边坡治理、水工建筑物抗震防震、地下工程施工等关键技术达到世界领先水平;在混凝土的浇筑强度、防渗墙的施工深度等方面已达到世界最高水平。作为水力发电的核心设备,我国的常规水轮发电机组的设计制造能力不断提升,金沙江白鹤滩水电站单机容量100万千瓦水轮发电机组是世界上单机容量最大的水轮发电机组,设计和制技术水平世界领先,实现了中国水电技术从跟跑到并跑,从并跑到领跑的跨越式发展,实现了中国高端装备制造的重大突破。我国的抽水蓄能机组设计制造技术也实现了重大突破,阳江抽水蓄能电站安装的抽蓄机组具有700米级超高水头500r/min、高转速、单机容量达到40万千瓦,在技术指标和设计制造难度方面都处于世界前列。

## 2.2 水能资源及开发

我国水能资源总量丰富,常规水电的水能理论蕴藏量6.87亿千瓦,但人均资源不足,开发程度仅达到50%左右,同时还存在着水能资源分布不均衡,水能丰富地区与用电负荷大的地区错配。我国水能主要集中于西南部,四川省、云南省、广西壮族自治区、重庆市、西藏自治区水能资源占全国可开发总量的70%。而我国主要的用电负荷集中在沿海地区、珠江三角洲地区、长江三角洲地区、京津冀地区。针对以上情况,我国进行了“西电东送”工程建设,通过跨省区输配电通道建设,一定程度上解决了我国水能资源与用电负荷空间不匹配的问题,但跨区域大规模输配电仍存在电力输送损失、电网投资高、大规模消纳存在较大困难等,拉闸限电和弃水弃电的矛盾没有完全解决。

我国抽水蓄能电站装机容量占总容量较小,抽水蓄能装机占比总体上仍较低,与建设高质量的新型电力系统不相匹配。截止2021年底,我国抽水蓄能装机3639万千瓦,占发电总装机比重约为不足2%,远低于日本的8%,也低于欧洲国家3%-6%的水平。构建以新能源为主体的新型电力系统,风电、光伏等新能源并网容量将逐步增多,但风电、光伏等新能源在绿色环保方面有优势外,也存在稳定性差、发电具有间歇性、波动性等问题,为了维持电网的稳定运行,电网必须具备一定的电源调节能力,同时由于新能源发电提供的系统惯量小,使得电网系统抗干扰能力变弱,在电压稳定、频率稳定等方面存在问题,要求电网应具有移动容量的调频调相等电源。以上问题,要求电力系统必须构建与新能源并网相适应的调峰调频调相等电源、事故备用电源等,从目前世界主流做法看,在电力系统中

增加抽水蓄能比重,是最安全可靠和最近成本优势的做法。2019年英国大面积停电事故中,根据英国国家电网公司的数据分析,在电网损失部分负荷后,抽水蓄能发电负荷在短时间内急剧增加,对主电网的平衡起到了一定的调节作用,防止了停电事故进一步恶化,这也进一步验证了抽水蓄能电站的重要作用。

## 3 水力发电的制约因素

### 3.1 水能因素

水能资源是决定水电站建设大小的核心因素。根据水力发电的特点,水能资源的限制因素包括河流流量、河流梯度落差、地形等。河流水量受降雨量、蒸发量影响较大。水力发电建设只能在由开发潜力的流域内进行。因此水能资源限制了水力发电的建设与发展区域。即使对以上因素要求低的抽水蓄能电站,它的选址也需要充分考虑特殊的地形和环境条件。

### 3.2 环境因素

水电开发在一定时期和一定程度上会引起流域生态环境的变化。水电站建设对周边环境的改变,会导致陆上生物、水域内生物物种的减少。这对于濒临灭绝的生物而言是灭顶之灾。因而水力发电会伴随生物多样性减少问题的发生,还会对周边生态系统整体性造成破坏。这与当前全球提升的生态环保环境相悖。

### 3.3 行业垄断因素

在国内,电力行业具有明显的行业垄断性质。电力行业垄断体制直接影响着水电资源的配置情况。厂网虽然分离,但买方单一,发电企业没有选择权,市场价格也不完全由市场供需决定。不合理的管理会导致水电资源浪费,弃水弃电问题经常发生,极大的降低了水力发电效益。同时,抽水蓄能电站的电价政策和价格形成机制还不够完善,运营成本难以有效收回,极大阻碍了投资主体投资蓄能电站建设的积极性。以上这些问题制约了我国水力发电健康可持续发展。

### 3.4 投资资金因素

大型水力发电站的建设投资成本较高,后期设备运维管理也是一笔不小的费用。同时还涉及移民难问题,现行移民安置补偿政策和技术规范还有优化空间,移民问题难以解决是困扰水电开发比较典型的社会问题。由于水电站一般建立在两山夹一河的高山峡谷上,当地普遍贫穷,投资资金量大,投资回收周期特别长,极大地限制了经济落后地区水力发电站的建设,极大地制约了我国水电事业的发展。

## 4 促进水电产业发展的措施

### 4.1 合理规划常规水电开发进程

我国的常规水电开发高峰集中在近20年,从2000年开始,中国贡献了全球水电增长的三分之二,是第二大水电国家加拿大的水电发电量的三倍。一方面表明我们国家效率较高,举国体制可以办大事,对经济社会发展提供了有效的电力支持,但另一方面也给行业长期可持续健康发展带来了负面影响。为了满足产能提升需要,从规划设计到施工、从原材料到装备制造等全产业链条都在急剧扩

充产能，但一旦项目开发放缓，就产生了大量过剩产能，由此导致了低价竞争，影响了全产业链的高质量发展。电力行业关系国家经济命脉，必须时刻保持足够的发展能力，如果没有有效的支撑，产业链高质量发展的能力将会逐渐丧失，威胁国家产业安全和能源安全。所以水电开发要适时适度、有序协调，确保产业良性健康发展，在稳步推进中不断提升产业发展质量，避免大进大退，对产业发展造成无法挽回的影响。

#### 4.2 统筹新型电力系统建设推进抽水蓄能电站建设

为了实现“碳达峰”和“碳中和”发展目标，我国正在加快构建以新能源为主体的新型电力系统。按照规划，我国在2030年风电、光伏装机要达到12亿千瓦以上。由于新能源存在稳定性、间歇性、波动性等问题，电力系统必须构建与新能源并网相适应的调峰调频调相电源、事故备用电源等，抽水蓄能电站是唯一可以满足大量新能源并网的辅助电源，所以必须要统筹新能源装机和抽水蓄能装机，一体推进。同时，要立足我国能源实际，稳妥推进能源转型，在保证与新能源适配的情况下，保持合理的增速，注重提升抽水蓄能产业链质量，形成我国抽水蓄能全产业链竞争新优势。抽水蓄能产品被称为水电上的“皇冠”，是我国高端装备的重要代表，我们要加强政策引导，呵护行业健康发展，避免行业发展产生大的波动，避免恶性竞争，避免不当政策推动产生低质量的供给。

#### 4.3 探索培育符合时代发展要求的水电建设和管理模式

我国水电建设经过多年实践，形成了固有的水电建设和管理模式，主要体现为业主和设计单位、业主和施工单位、业主和设备制造单位单独签约，业主单位自行进行项目管理。这种模式也带来了一定问题，主要是业主作为项目管理单位，协调工作量大，设计、施工、设备制造主体沟通协同存在一定难度，项目工期、投资等难以控制等。同时，国外主要推行的是集设计、采购、施工等一体化的工程管理模式，实践也表明，该种模式能够较好的克服我国水电建设的固有模式的缺点。所以，国内应该大力推行EPC工程总承包模式。为了避免形成绝对垄断，可以将土建和机电界面进行分割分别推行EPC工程总承包，有效保护虽然规模体量小但核心技术和价值量高的机电设备制造商，使得机电设备制造商以做强做精主业为基础，通过围绕核心能力适度拓展业务，反哺核心业务，不断提高设备制造能力和水平，为推动实现我国产业基础高端化、产业链现代化、制造强国和科技强国战略有效落地提供更好条件。

#### 4.4 进一步提升发电装备核心技术水平

新中国的电力装备制造经过七十年的发展，已实现了从跟跑到并跑，从并跑到领跑的转变，大型水电已步入世界水电无人区。但我们仍然要清醒的看到，我们在极限制造上有优势，但在智能制造、智能设备等方面仍然有很长的路要走。德国已经处于工业4.0阶段，而我国电力装备

制造基本仍处于2.0-3.0阶段，机械化、电气化仍然是制造的主要形式，设备的精密性、耐用性、绿色环保指标等与国外仍然有较大差距。设备制造商面临上下游挤压，资金回笼慢，效益水平低，难以投入资金进行技措技改，仅仅做必要勉强的维持，更没有能力对设备进行系统性更新、升级智能制造设备和建设智能化工厂。随着信息技术发展，新的科技革命必将催生工业变革，设备制造商要抓住变革窗口期，加快推进生产智能化绿色化和设备智能化和绿色化。国家应该出台有关政策，加大对发电装备制造的支持力度，完善财税政策，改变首台套只补贴用户而不补贴制造企业的政策，助力装备制造业企业行稳致远。

#### 4.5 推动中国水电标准国际化

中国水电经过70年的发展，取得了巨大进步。但同时，中国企业走出去，也面临着采用其它标准，影响自身竞争力的实际问题。在出口项目中，被迫采用国际标准，为设备的设计、生产制造等带来较多问题，影响了效率和质量，降低了我国装备制造的整体竞争力。近些年，我国大力实施标准国际化战略，不断抢占标准制高点，提高国际话语权。2020年，我国水轮机行业企业牵头制定的首个水轮机国际标准IEC 62882:2020《水力机械—混流式水轮机压力脉动换算》正式发布实施，标志着我国水电设备制造标准正式走向国门、走向世界。2022年，我国旋转电机领域首次主导制定的国际标准IEC 60034-33“同步水轮发电机（发电电动机）基本技术要求”正式发布实施，这是我国国际标准化工作又一重大突破。展望未来，中国水电想更好走出去，更好的参加“一带一路”建设，更有效率的提升国际产能合作，必须要继续加强国际标准制定，加大标准互认力度，以此确保产品竞争优势和品牌优势更好展现。

#### 5 总结

从能源发展的角度分析，水力发电的清洁性、可再生性及经济性都使其在未来具有广泛的应用前景。从水环境保护的角度分析，水电发展无形中对水电站周边环境及沿线的水生态环境造成了一定污染与破坏。整体而言，水力发电的利大于弊。通过研究分析，认为在构建以新能源为主体的新型电力系统中，水力发电深度开发是必不可缺少的。未来，在水力发电建设与规划中，应该将生态环境保护放在突出的位置，围绕生态保护对水利水电工程进行综合开发，构建生态循环系统。同时，要坚持统筹规划、坚持问题导向，加强政策引导和必要的政策支持，不断提高水电产业链发展质量，实现产业基础高端化和产业链现代化，推动我国水电产业健康可持续发展。

#### 【参考文献】

- [1] 周建平, 周兴波, 杜效鹄, 等. 一带一路倡议下中国水电国际化发展路径[J]. 水电与抽水蓄能, 2018, 4(4): 1-6.
  - [2] 贾金生. 中国水利水电工程发展综述[J]. Engineering, 2016, 2(3): 88-109.
- 作者简介: 闫征 (1984.10-) 男, 毕业院校: 哈尔滨理工大学; 现就职单位: 哈尔滨电机厂有限责任公司。