

抽水蓄能与可持续发展

曹楚生

(1. 天津大学, 天津 300072; 2. 中水北方勘测设计研究公司, 天津 300222)

[摘要] 抽水蓄能作用明显,可利用低谷电能抽水,以供峰荷时再发电或需要时供水。电网中当时无法充分利用的低谷电能通过储存转换,变废为宝,以丰补歉、循环更新使用,使系统中各种火电等机组可在较优工况下平稳运行,对节能减排、保护环境十分有利。水利水电、火电核电、风能太阳能等蓄能运行均有利于可持续发展。

[关键词] 抽水蓄能; 水利水电; 节能减排; 可持续发展

[关键词] TV743 [文献标识码] A [文章编号] 1009-1742(2009)09-0004-04

1 前言

当前煤、油、气等燃烧使用后排出的有害气体因其温室效应而造成气候变暖已成为全球重大问题。中国、美国和印度排出的 CO₂ 等有害气体量已位居世界前列。目前西欧、日本、美国等工业发达的国家和地区已制定计划,控制节能减排目标,并称要发展洁净煤发电等技术,最终做到趋近零排放。我国也已制定节能减排规划,做出在火电采用减碳新技术外并发展可再生洁净能源(如水电、核电、风电、太阳能电)的决定。结合我国当前情况,上述节能减排的目标应通过不同途径予以解决:要从耗能工业、交通、电力和能源等行业的生产运行分别入手。笔者主要从水利水电和火电等的可持续发展角度,提出两者需要抽水蓄能的补充和参与,这样可使电网中各种能源和谐共处,理顺它们可持续发展体系,按各自有利方式平稳运行,达到共赢局面,使其节能减排的巨大作用得到凸显。

2 水利水电蓄能运行^[1~5]

我国系世界文明古国,水利工程开始较早,但自19世纪以来,世界发达国家随着工业的崛起,各种建设突飞猛进,我国水利工程却长期处于落后状态。

新中国成立50多年来,各项建设特别是水利水电发展迅速,仅大坝水库就兴建了8万余座,水电站容量已达 1.8×10^8 kW。但随着当今我国科技进步,带动各行各业正在以雷霆万钧、势如破竹之势走向现代化,进入了一个空前繁荣的新时期,国民经济及工农业等的急剧增长,城乡用水及电力的供应时有供不应求的现象,且近年来更趋严重。一些地区水资源和水能资源已出现开发殆尽现象,再修建新的工程将受到限制,将影响水利水电的可持续发展。甚至当前有人认为我国水资源和水利水电的开发利用已濒临极限。

结合我国当前的情况,水利水电的蓄能运行、水利水电的发展离不开当地电网。一般电网由水电和火电组成,水电具有较好的调峰性能,可改善电网输电质量,但当该地区水能资源开发殆尽,水电不能与火电同步增长,水电所占比重低下时(小于20%~30%),电网中可调峰电能会减少。当地区电力负荷急剧变动时(如空调、庆典等),调峰电源更显不足;且低谷时又造成电流周波和电压加大,影响输电质量。由于国民经济和生活质量的提高,一个电网随着时间的推移其容量往往逐渐由小到大。当水电受水能资源限制发展受阻,而新能源(如核电、风电、太阳能、潮汐电等)大量兴起,造成电网中水电

[收稿日期] 2008-02-09;修回日期 2009-07-27

[作者简介] 曹楚生(1926-),男,江苏无锡市人,中国工程院院士,中国工程设计大师,天津大学教授、高级工程师;

E-mail: cstsaoen@yahoo.com.cn

可调峰电能比重减低,水电不能与其他电源同步增长时,电网中峰谷差加大,尖峰时缺水而低谷时又有多余,这种现象将会加剧。尖峰时缺水,可临时增设燃气轮机等解决,而低谷时多余电所占比重达一定程度后,将会影响电网输电质量,并增加能耗和有害气体排放量,使电力系统的进一步发展受到阻碍。为了避免产生电网中水电比重日益减少,导致调峰电源缺乏,造成电网中能源比例失调的现象,常采用以下两种措施:

1)火电机组深度调峰(大于40%~50%),有的甚至采用分班制,不仅造成煤耗能耗增加,也影响火电机组的稳定运行和电网输电的质量。

2)水电弃水调峰。我国很多以煤电或火电为主的电网,为不使调峰受阻,往往令水电在洪水期间和需要时采用弃水调峰。

作为水电的补充,抽水蓄能电站的兴起,使水电重新步入了新的境界,虽然已无新的水能资源以供开发,但可利用电力系统低谷剩余电能,通过抽水蓄能进行储存转换在尖峰时发电,这样为水利水电的蓄能运行增加了新的活力。近十余年来我国已建和在建抽水蓄能电站总容量已逾 $1\ 000 \times 10^4$ kW。

抽水蓄能是一种较古老的技术,但由于近年来土建开挖填筑技术不断提高,出现了碾压式堆石坝、土石坝和碾压混凝土坝,不但开挖料可作为填筑料的补充,还相应增加了上下库库容;此外地下洞室围岩地应力的衬砌设计理论方法,也有较大的革新和改进。由于科技进步,近年火电出现了超临界和超超临界机组,目前工业发达国家都在竞相研发中,我国也在迎头赶上,故不断有新产品出现。据悉我国沿用过去中高压机组的煤耗约为 $500 \sim 600$ kg/(kW·h),而今超临界和超超临界机组煤耗分别在 300 kg/(kW·h)和 270 kg/(kW·h)以下,已削减一半。以上土建机电诸方面的技术进步,简化了工程结构设计,为高水头抽水蓄能的发展提供了良好的基础。

3 节能减排

现今各种耗能工业、交通、能源等行业飞速发展,散发出的有害气体总量已居世界前列,使全球气候变暖。当今节能减排已成为全球关注的问题。当然节能减排主要应从上述有关工业、交通、能源等行业着手,笔者认为发展抽水蓄能对各种能源的可持续发展是十分有利的,优点如下:

1)抽水蓄能虽不能生产电能,但可利用低谷电能抽水,在峰荷时发电既可调峰填谷、调频调相、旋转备用和应急事故备用在实质上起到了一种能量储存转换和改善优化等功能。当前一些电网总容量日益增加,水电比重却日益下降,低谷剩余电能将与日俱增,为抽水蓄能的发展提供了必要的动力。

2)抽水蓄能与煤电、油电、气电相比,跟踪负荷和调峰性能好、开停机灵活并节煤节油,与常规水电相比,还具有填谷功能,使节能减排功效倍增。

3)抽水蓄能电站的工程量和投资等指标比火电优越很多并优于常规水电。如拟建一座百万千瓦级常规水电,常有大坝和大型泄洪、输泄水和导流建筑物,淹没移民数常以数万和数十万人计,而抽水蓄能往往仅以百人或千人计。

目前我国火电厂一般设有前述2种或3种机组,低谷被压负荷的往往是沿用过去的低效、高煤耗中高压机组,而承担峰荷的常是另两种高效低煤耗机组。有人说抽水蓄能4度电换3度电是一种浪费,殊不知4度电系抽水时所耗用的低谷电,而发出的3度电在峰荷,后者3度电的能耗比前者4度电的能耗还低,对节约煤耗是有利的。同时抽水蓄能的替代容量作用巨大,可以通过计算得知其静态效益。抽水蓄能作为水电的补充,可使火电等机组都在较好的工况下运行,此外抽水蓄能在减少火电机组启停次数,平稳运行,节约能耗,减少有害气体排放并保证运行安全作用巨大,其经济效益不易计算。预计不久风能、太阳能、生物能等清洁可再生间歇性能源将迅速兴起,电网须有足够的调蓄能力予以支持。否则将影响火电机组的平稳运行,必须进行调峰或深度调峰,则上述3种机组的能耗和排出的有害气体均将增加。可以预期配置适当的抽水蓄能后,可优化电力系统的组成,理顺能源可持续发展的构图,使原本无法充分利用的部分低谷电能,可循环更新、变废为宝,在促进和发展循环经济和节能减排、改善环境等方面发挥巨大作用。

4 抽水蓄能在发展循环经济中的作用

水电火电等与水利行业、电力行业(煤电、核电、油电等)、能源以及生态环境、农业经济等部门有关,他们的发展离不开其他资源和行业的支持。不同资源之间的相互转换、以丰补欠、循环更新利用则更为重要。从国内外经验:抽水蓄能作为水电的补充,可弥补水能资源和能源的不足,使电网中低谷

合开发均有实例,今介绍如下:天津桃花寺抽水蓄能电站由于地理环境和建设条件优越,是一座较好的联合开发的实例,桃花抽水蓄能电站位于天津市蓟县于桥水库北岸,与盘山火电厂隔岸相望,相距仅12 km,居京津塘电网和三市地域中心,故地理位置适中。站址三面群山连绵,工程建设条件优越。

中水北方设计公司曾考虑桃花寺抽水蓄能与临近的盘山发电厂联合开发并提出设计报告,年利用小时从4 800 h增为5 864 h,年发电量从 $57.6 \times 10^8 \text{ kW} \cdot \text{h}$ 增至 $70.4 \times 10^8 \text{ kW} \cdot \text{h}$,均增加22.2%。桃花寺抽水用电成为盘山电厂的低谷增发量,经蓄能转换又成为峰荷电量,并提高了供电质量。总之,桃盘联合开发,从发电量,年利用小时和上网还贷电价都是有利的。经双方同意已开展技施阶段勘测设计工作,但由于种种原因该工程中断已数年,实为可惜。

天津市有害气体排放量居高不下。按电网规划2006至2020仅15年间因天津市负荷猛增,还需新增装机 $1\ 660 \times 10^4 \text{ kW}$ 以上。对单一火电的天津,若以抽水蓄能作为补充,因其跟综负荷性能好、调频调相和事故备用等特点,并有显著的削峰填谷功效,可使火电机组在较优工况下平稳运行,可减少煤耗能耗,对天津市的节能减排,减少有害气体排放,改善环境很有好处。

7 结语

笔者认为水利水电的蓄能运行,即抽水蓄能作为水电的补充,有利于可持续发展和节能减排,提出以下建议:

1) 加速修建大中小型抽水蓄能站,对高水头河流梯级水电站可考虑设置、部分改用、预留可逆式蓄能机组的可能性,通过发电和抽水使上下诸梯级起到联合调度,可增加总的调蓄作用,对水利水电可持续发展有利。对已建工程的扩建改建速度要加快。

2) 抽水蓄能规划选点工作,要做到布局合理、规模适度。在电网中应优先发展一些调节性能显著的抽水蓄能,上下库选择有利地形使具有较大库容,有条件的站点可增加调节性能,使达到二日、周或季调节。

3) 为应对火电和核电的迅猛增长,预计风能、太阳能、生物能等清洁可再生间歇性能源不久将迅速兴起,电网须有足够的调蓄能力予以支持。否则过大的峰谷差将影响网内机组的平稳运行,建议配置适当的抽水蓄能,可优化电力系统的组成,理顺能源可持续发展的循环机制和构图。

4) 我国在20年前和解放初建成的水电水利工程迄今已大大超出了原定的设计水平年,由于国民经济的提高,水库库容和装机容量和供水要求往往显出偏低或偏很多。我国修建大坝达8万多座,居世界首位,但水库总库容仅约 $6\ 000 \times 10^8 \text{ m}^3$,仅为美国和原苏联的一半。故建议在新建、改建、扩建中注意考虑增建抽水蓄能和扩大水库库容,以增加电网和水库的调蓄能力。

5) 抽水蓄能发展中的瓶颈是电价、开发模式和运行机制,它们之间又是相互牵连的。是单一还是二部制电价、是政府定价还是竞价上网;是独立开发还是联合开发,是租赁还是自主经营,是单业主还是多业主等问题,尚待有关单位和部门协商沟通,在不断探索、实践中会作出正确的抉择。当前分时分项电价未出台,尚不易制定得很合适,经过多年实践,租赁制和联合开发模式有发展前景。

综上所述,当今循环经济为各方关注,它的核心是减量化、再循环、再更新和再利用。一些工业发达国家对各种工农业废旧物品,含废弃的水、气、能等的回收利用的水平很高,我国应迎头赶上。抽水蓄能除有利于各种资源以及各种水火电源间和大中小型电站间的和谐共处、共谋发展外,关键在于电网中不能充分发挥作用的部分低谷电能,通过抽水蓄能变废为宝,可周而复始地更新利用,在促进和发展循环经济、提高能源利用效率中发挥巨大作用,有利于水利水电和有关能源的可持续发展,并有利于节能减排改善环境。

参考文献

- [1] 钱正英. 中国水利[M]. 北京: 水利水电出版社, 1989
- [2] 潘家铮, 何 璟. 中国大坝50年[M]. 北京: 水利水电出版社, 2000
- [3] 曹楚生. 抽水蓄能的开发模式和电力的发展[J]. 水力发电, 2000
- [4] 曹楚生. Both pump storage plant & hydropower is favorable to the retainable, development of power network[A], 联合国水电与可持续发展会议文集[C]. 2004
- [5] Cao Chusheng. The ideas & exploration paths of the retainable development of China small & medium water power[A]. China Small Hydropower Hongzhou Conf[C]. 2006. 4
- [6] 曹楚生. 我国水利水电可持续发展的新设想和开发途径[A]. 新世纪水利前沿[C]. 天津大学出版社, 2006
- [7] 抽水蓄能专委会、新源公司, 再认识抽水蓄能电站[R]. 北京: 积极推进我国抽水蓄能发展高层论坛, 2006

(下转 19 页)