

中国水力发电工程学会电网调峰与抽水蓄能专业委员会 组编

# 抽水蓄能电站工程 建设文集 2012

CHOUSHUI XUNENG  
DIANZHAN GONGCHENG  
JIANSHE WENJI 2012



中国电力出版社  
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

责任编辑：杨伟国 安小丹  
电子信箱：weiguo-yang@sgcc.com.cn  
联系电话：(010) 63412366

## 抽水蓄能电站系列书

- 抽水蓄能电站设计（上、下册）
- 抽水蓄能电站工程技术
- 抽水蓄能电站工程建设文集2012
- 抽水蓄能电站工程建设文集2011
- 抽水蓄能电站输水系统施工技术
- 抽水蓄能电站输水系统安全控制与文明施工
- 世界抽水蓄能电站新发展
- 抽水蓄能电站及常规水电站引水建筑物设计
- 抽水蓄能电站建设与运行案例分析
- 天荒坪抽水蓄能电站技术总结



上架建议：水利水电工程 / 水力发电

ISBN 978-7-5123-3607-0



9 787512 336070 >

定价：96.00元



中国水力发电工程学会电网调峰与抽水蓄能专业委员会 组编

# 抽水蓄能电站工程 建设文集 2012

CHOUSHUI XUNENG  
DIANZHAN GONGCHENG  
JIANSHE WENJI 2012



中国电力出版社  
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

### 图书在版编目 (CIP) 数据

抽水蓄能电站工程建设文集. 2012/中国水力发电工程学会电网调峰与抽水蓄能专业委员会组编. — 北京: 中国电力出版社, 2012. 10

ISBN 978-7-5123-3607-0

I. ①抽… II. ①中… III. ①抽水蓄能水电站-建设-文集 IV. ①TV743-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 241481 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京市同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

\*

2012 年 10 月第一版 2012 年 10 月北京第一次印刷

880 毫米×1230 毫米 16 开本 24.75 印张 774 千字

定价 96.00 元

### 敬告读者

本书封底贴有防伪标签, 刮开涂层可查询真伪

本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究





# 序



2012年政府工作报告提出：“要优化能源结构，推动传统能源清洁高效利用，安全高效发展核电，积极发展水电。”为国家能源发展指明了方向。

截至2011年底，全国发电装机容量105 576万kW。同时，核电、风电、光伏发电等新能源也快速发展，形成了相当的规模，总装机容量约5159万kW，占总容量的4.89%。这些调节性能差或是间歇性发电的新型能源的并网，给电力系统安全稳定运行提出了更高的要求。

抽水蓄能电站是具有调峰、填谷、调频、调相和事故备用等多种作用的特殊电源，具有运行灵活和反应快速的特点，对确保电力系统安全、稳定和经济运行具有重要作用。通过发展抽水蓄能电站，提高电网的调节能力，改善系统中核电、火电的运行条件，提高常规水电的利用率，提高线路输电能力，实现全系统的节能减排，提升动态效益，完全符合国家的政策取向。

为了适应电力系统安全稳定运行的需要，国家发展和改革委员会、国家能源局先后下发了《关于抽水蓄能电站建设管理有关问题的通知》（发改能源〔2004〕71号）、《国家能源局关于印发抽水蓄能电站建设工作座谈会议纪要的通知》（国能新能〔2009〕233号）、《国家能源局关于进一步做好抽水蓄能电站建设通知》（国能新能〔2011〕242号）等文件，不断推动和规范抽水蓄能电站建设。《国家能源局关于进一步做好抽水蓄能电站建设通知》强调：随着我国经济的快速发展和能源结构的调整步伐加快，对电力系统运行的安全性和可靠性要求越来越高，适度加快抽水蓄能电站建设步伐十分必要。当前，我国抽水蓄能电站建设已经进入了一个快速发展时期。但是，由于我国抽水蓄能建设起步较晚，到2011年底，已建成抽水蓄能电站1836万kW，仅占全部装机容量的1.74%，这与日本及欧洲一些国家抽水蓄能电站容量占10%以上相比，还有很大差距。根据国家“十二五”规划，2020年抽水蓄能电站投产规模为7120万kW，增长幅度接近4倍，这对于我国抽水蓄能行业来说，既是一个良好的发展机遇，同时也是十分艰巨的任务。

我国抽水蓄能电站建设虽然起步比较晚，但得益于世界上抽水蓄能电站建设管理水平的发展，以及我国在技术上和管理上的成功引进，使得我国建设管理水平有一个较高的起点，


比如广州抽水蓄能电站、惠州抽水蓄能电站装机容量均为 2400MW，是目前世界上已建成投产的最大的抽水蓄能电站；天荒坪与广州抽水蓄能电站机组单机容量 300MW，额定转速 500r/min，额定水头分别为 526m 和 500m，已达到单级可逆式水泵水轮机世界先进水平；西龙池抽水蓄能电站单级可逆式水泵水轮机组最大扬程 704m，仅次于日本葛野川和神流川抽水蓄能电站机组等，很多方面都处于世界先进水平。在多年的抽水蓄能电站建设管理实践中，广大建设者及运行管理人员认真归纳分析、努力研究探索，在规划、设计、施工和运行管理等方面取得了一大批理论成果，这其中，亦有很多文章发表在抽蓄专委会每年出版的《抽水蓄能电站工程建设文集》中，它们囊括了我国抽水蓄能领域各个专业的工作成果与经验总结，对抽水蓄能电站建设和管理具有指导和借鉴意义，对于推动抽水蓄能电站事业发展起到了积极作用。

“路漫漫其修远兮”，尽管抽水蓄能电站建设和管理积累了很多经验，打下了很好的基础，但是抽水蓄能电站建设管理领域仍然有很多课题需要继续深入研究，比如抽水蓄能电站在电网运行中的价值和效益的定量分析，抽水蓄能的容量在电网总负荷中应该占多大的比例，抽水蓄能的电价补偿如何分摊、如何兑现等问题一直没有比较透彻的分析，缺乏明确的结论，这些问题在一定程度上影响了抽水蓄能电站建设事业的持续快速发展。这些未知的领域等待着广大建设者和技术人员去研究探索，希望抽蓄专委会充分发挥自身的优势，在这些方面也多做些工作。我们期待着不久的将来，这些问题能够得到很好的解决。


我们相信，在科学发展观的指引下，在国家能源政策不断优化，对抽水蓄能的支持力度不断加大的新形势下，我国抽水蓄能电站建设事业必将迎来美好的明天。



2012年9月



## 编者的话



本书由中国水力发电工程学会电网调峰与抽水蓄能专业委员会（以下简称抽蓄专委会）组编，是专委会出版的第17部抽水蓄能学术年会论文集，共收录论文91篇，近80余万字。

本文集共分四个专题，论述抽水蓄能事业安全健康发展、抽水蓄能项目经济评价机制、环境与移民，探讨抽水蓄能工程土木设计以及机电安装设计方面的经验和教训，介绍抽水蓄能工程施工经验，总结新技术、新工艺。

本文集是抽蓄专委会及抽水蓄能建设、设计、施工、管理、科研各方人士近年的工作成果及经验总结，内容广泛、资料翔实，供从事抽水蓄能工程规划、设计、科研、施工和运行管理人员借鉴、参考。

由于各单位投稿踊跃，此次共收到稿件120多篇，但限于篇幅，只能酌情删减。同时在论文集编辑中，为使内容精练，对介绍相同工程文章中的重复内容也做了适当删减与合并，在此一并说明。

中国水力发电工程学会 秘书处  
电网调峰与抽水蓄能专业委员会

2012. 10 北京



# 目 录



序  
编者的话

## 抽水蓄能发展规划与建设管理

构建合理的抽水蓄能发展政策体系,促进抽水蓄能事业安全健康发展 .....	林铭山 (3)
新形势下蓄能蓄电与各种电源的发展 .....	曹楚生 张丛林 (7)
国网新源公司抽水蓄能电站选点规划工作经验 .....	张振有 陈宏宇 刘殿海 宋伟 (10)
关于我国发展抽水蓄能电站的思考 .....	杨一行 胡亚益 (15)
调峰调频发电公司技术监督标准研究与应用 .....	张百华 (19)
国网新源公司标准化工作新局面 .....	王良 鲍峰 宋伟 (22)
关于抽水蓄能项目核准所需支持性文件的管理 .....	陈同法 温幸时 (25)
抽水蓄能电站外部经济性及其内部化机制探讨 .....	刘勇 刘国中 (30)
抽水蓄能电站在电力节能减排工作中发挥效益的分析 .....	蒋明君 秦晓宇 (36)
关于抽水蓄能项目经济评价机制的思考 .....	陈同法 王佐纲 宋伟 (40)
现行电力体制下琼中抽水蓄能电站投资回收机制研究 .....	郭大军 张丹庆 孙立群 王瑞 (43)
丰宁抽水蓄能电站周调节性能在电网中的效益分析 .....	王婷婷 李复生 靳亚东 (49)
琅琊山抽水蓄能电站服务电网的探讨 .....	伍常林 (54)
通过统计数据分析抽水蓄能电站服务电力系统功能发挥情况 .....	秦晓宇 (58)
深圳抽水蓄能电站建设环境保护管理重点 .....	卢海潮 (63)
响水涧抽水蓄能电站工程移民征地工作实践 .....	汪业林 (66)
浅析抽水蓄能电站全面风险管理 .....	官晶 (70)
抽水蓄能项目资产全生命周期管理 .....	陈同法 黄和 (73)
湖北省 2020 年抽水蓄能电站建设规模与规划布局研究 .....	鄢军军 (76)
福建省抽水蓄能电站发展规划研究 .....	计金华 陈晓芬 (81)
浙江省中小型抽水蓄能电站发展前景 .....	蒋杏芬 (85)
天然能源使用方式的讨论 .....	张兰丁 吴征 (88)
日本抽水蓄能电站发展经验对华东电网的借鉴作用 .....	吴世东 蒋杏芬 (91)

## 抽水蓄能电站工程设计

琼中抽水蓄能电站下水库坝址比选分析 .....	朱四维 宿生 李国会 (99)
-------------------------	-----------------

琼中抽水蓄能电站弃渣场选址及水土保持措施设计 .....	周军军	方贵平	(102)
抽水蓄能电站地下式厂房布置的比较设计 .....		赵政	(105)
惠州抽水蓄能电站高压钢管设计与实践 .....		郑晶星	(114)
钢筋混凝土高压水道洞周防渗设计研究 .....		傅胜	(119)
丰宁抽水蓄能电站枢纽布置及关键技术问题 .....	严旭东	王建华	(124)
丰宁抽水蓄能电站水道系统布置 .....	何敏	王建华	(130)
丰宁抽水蓄能电站引水压力钢管优化造价分析 .....		翟海燕	(135)
丰宁抽水蓄能电站施工总布置设计 .....	庄洪志 郭清 郭兴	王明涛	(140)
丰宁抽水蓄能电站施工导流方案研究 .....	彭战旗 郭清 庄洪志 陈伟锋	海显丽	(145)
从工程布置看文登抽水蓄能电站的设计理念 .....	郝荣国	王可	(151)
文登抽水蓄能电站供水方式选择 .....	王文芳 杜贤军	梁健龙	(156)
溧阳抽水蓄能电站上水库工程技术难点及其对策 .....		宁永升	(161)
溧阳抽水蓄能电站输水系统及地下厂房布置 .....	邢磊 李国权	史永方	(164)
抽水蓄能电站发电电动机的比较设计 .....		赵政	(168)
可变速抽水蓄能机组特点 .....		王国玉	(177)
水泵水轮机空化系数选择 .....		伍志军	(180)
抽水蓄能电站发电电动机电压设备选型设计 .....		徐立佳	(185)
大型抽水蓄能电站继电保护综述 .....	严伟 王光 陈俊 潘仁秋	沈全荣	(188)
关于 300MW 级抽水蓄能机组保护若干问题的探讨 .....	王光 陈俊 严伟	沈全荣	(192)
溧阳抽水蓄能电站机组主要参数及结构型式选择 .....	高从闯 陈忠宾	刘徽	(196)
琼中抽水蓄能电站电气主接线分析 .....	符彦青	潘曰强	(198)
抽水蓄能机组 SFC 系统保护关键技术研究 .....	陈俊 司红建 周荣斌 徐金 严伟	沈全荣	(201)
响水涧电站接地系统设计及接地电阻测量结果分析 .....		周铁林	(206)

### 抽水蓄能电站机组装备试验与制造

我国抽水蓄能机组技术国产化历程与思考 .....	杨中兴 覃大清	杨珺	(213)
基于 ANSYS 的抽水蓄能机组顶盖结构改进方案分析 .....	刘晶石 吕桂萍 钟苏	庞立军	(217)
抽水蓄能水轮机主轴刚强度性能分析 .....	陈光辉 王新宇	吕冠楠	(220)
水泵水轮机蜗壳座环刚强度分析 .....	王燕	吕冠楠	(224)
基于 ANSYS 的水泵水轮机球阀检修密封环接触分析 .....	肖良瑜	李玲杰	(229)
呼和浩特抽水蓄能电站水泵水轮机第二次模型验收试验 .....	刘林元 李友平	于纪幸	(232)
惠州抽水蓄能机组过渡过程实测结果与仿真分析 .....		林恺	(236)
响水涧抽水蓄能电站 2 号机启机调试稳定性试验 .....		史千	(240)
蒲石河电厂 3 号机转子动平衡试验 .....	阙广庆 刘晶石	胡建文	(244)
抽水蓄能电站机组定子线棒的冷热循环试验 .....	满宇光	刘东	(249)
天荒坪抽水蓄能电站水机设备国产化改造 .....	赵志文	李成军	(252)
大型水电厂调速器导叶开度测量容错技术改进 .....	陈伟 朱海锋	曾广勇	(257)
白山三期抽水蓄能 6G/M 机组测量与调整 .....		周宏刚	(263)
水泵水轮机转轮裂纹原因分析及处理 .....	李贵桃 孙成玲 蒋立宪 潘钰	罗延辉	(267)
抽水蓄能机组转子扫膛事故分析与处理措施 .....		王国玉	(270)
SFC 输入变压器差动保护误动原因分析 .....		栾德燕	(274)

抽水蓄能电厂设备红外热像巡视与诊断技术应用初探 .....	赵贵前	(277)
广州蓄能水电厂自适应微机调速器控制算法研究 .....	巩 宇	(281)
惠州抽水蓄能电站 A 厂水道充水球阀安全检测 .....	李志刚 金 苗	(286)
宝泉电站机组振动保护的设计与实现 .....	刘鹏龙	(289)
宝泉电站发电电动机励磁系统二级故障回路分析 .....	李茂更 栗庆龙	(294)
宝泉抽水蓄能电站单导叶接力器位置传感器控制逻辑的改进 .....	张 旭	(299)
宝泉抽水蓄能电站厂用电结构及其运行方式分析 .....	武 磊 付东成	(302)
宝泉抽水蓄能电站的生产准备工作 .....	杨志锋	(305)
抽水蓄能电站主机设备合同法律风险防范浅议 .....	高来龙 宋 伟 孙 勇	(309)

### 抽水蓄能电站工程施工实践

浅析砂石料及混凝土生产系统涉及的税收问题 .....	李金山 蔡 皓	(315)
宝泉抽水蓄能电站上水库前池渗漏处理 .....	陈照阳 王 洋	(318)
宝泉电站引水系统斜井钢衬施工管理 .....	梁守尚	(323)
宝泉抽水蓄能电站引水系统钢衬渗漏处理 .....	王 洋 朱建峰	(328)
蒲石河抽水蓄能电站上水库面板堆石坝施工工期沉降观测资料分析 .....	胡云鹤 韩宏韬 刘 枫 郭红永 王培杰 杨 凯	(332)
蒲石河抽水蓄能电站 1 号引水系统充排水试验分析 .....	胡云鹤 张全胜 韩宏韬 李 宾 王培杰 郭红永	(336)
蒲石河电站压力钢管焊接残余应力消除研究 .....	潘立刚 佟德利	(342)
响水涧抽水蓄能电站上水库施工中采用的新技术和新工艺 .....	杨贵仲 潘福营	(346)
响水涧抽水蓄能电站上水库主坝填筑施工 .....	尹成福 潘福营	(348)
响水涧蓄能电站面板滑模系统配重和牵引设备选型计算 .....	张卫林	(353)
响水涧抽水蓄能电站引水上弯段施工技术 .....	任王贵	(357)
响水涧抽水蓄能电站引水竖井开挖施工技术 .....	任王贵 齐 宇	(360)
响水涧抽水蓄能电站引水竖井提升系统的设计与应用 .....	练新军	(364)
天池抽水蓄能电站引水系统长斜井开挖方法研究 .....	李勇刚	(368)
溧阳抽水蓄能电站复杂地质条件下合同争议问题应对思路浅析 .....	全化强	(371)
溧阳抽水蓄能电站地下厂房顶拱开挖与支护施工 .....	邢 磊 史永方 祁 舵	(374)
清远抽水蓄能电站地下工程精细爆破施工关键技术研究 .....	杨立峰 刘发明	(378)
响水涧抽水蓄能电站工程档案管理体会 .....	何颖珊	(382)
浅谈响水涧抽水蓄能电站地下厂房施工档案管理 .....	齐 宇	(386)



# 抽水蓄能发展规划与建设管理



# 构建合理的抽水蓄能发展政策体系， 促进抽水蓄能事业安全健康发展

林铭山

(国网新源控股有限公司)

**【摘要】** 本文论述了抽水蓄能在新的发展形势下的综合作用，并阐明了在当前的发展水平下，抽水蓄能功能定位的新变化，提出了要用发展的眼光给抽水蓄能电站的功能科学地定位。同时建议要理清抽水蓄能投资体制和价格机制之间的逻辑关系，根据新的抽水蓄能功能定位，在政策上形成投资体制和价格机制相互协调、相互促进的抽水蓄能发展政策体系，实现我国抽水蓄能产业的安全健康发展。

**【关键词】** 功能定位 投资体制 价格机制 政策体系 抽水蓄能建设

## 1 引言

与世界一些发达国家相比，我国的抽水蓄能电站建设起步较晚，社会各界对抽水蓄能的综合作用和功能定位的认识也需要一个逐步完善的过程。抽水蓄能具有调峰填谷、调频、调相、事故备用和黑启动等作用，由于抽水蓄能电站调峰填谷产生的静态效益可以定量分析和计算，因而被广泛认可和接受，但调频、调相等产生的动态效益直接表现为社会效益，在我国尚无辅助服务市场条件下，动态效益“看得见，拿不着”。正是基于这种现状，导致国家在产业政策上往往不能真实地反映抽水蓄能的功能，政策容易出现相互矛盾。

更为重要的是在当前经济社会快速发展、技术快速进步的状况下，抽水蓄能的动态效益表现得越来越突出，作为“战略电源”的地位越来越显著，对抽水蓄能的功能定位认识也需要逐渐从为电网提供服务，转变到为电力系统服务、为社会服务上来。因此，重新审视抽水蓄能的功能定位，理清抽水蓄能的受益主体，对于促使国家在产业政策上形成合理的抽水蓄能发展政策体系，促进抽水蓄能事业安全健康发展具有十分重要意义。

## 2 抽水蓄能电站功能定位

从目前已建、在建和开展前期工作的各电站和项目的可研设计资料来看，抽水蓄能电站设计时的功能定位无一例外都是为所服务的电网提供调峰填谷、调频、调相、事故备用、黑启动等服务，同时改善电网供电质量，保障电网安全、稳定和经济运行。各电站投产后，根据本地区电网的电源结构、负荷特点、电力供需状况和电力保障需求的实际情况，电网调度部门安排机组运行方式，各抽水蓄能电站实际发挥功能有所侧重。从目前机组运行统计数据来看，大部分抽水蓄能电站在电网中还是以承担电网调峰填谷和事故备用功能为主，同时发挥调频、调相功能，并为电网提供黑启动保障。

然而近年来，国际能源格局正在发生深刻变革，我国的能源格局总体将向“结构清洁化、开发基地化、调运跨区化、平衡全国化”的方向发展。电网也被赋予更多新的功能，除传统的电力输送功能外，电网更是能源优化配置的载体，成为现代综合运输体系和网络经济的重要组成部分。同时适应经济社会发展的客观要求，电力系统需要为社会提供更加安全可靠、绿色环保的电力能源。在这种大的经济社会发展背景下，抽水蓄能的功能定位已经赋予了新的内涵，无论是从理论上还是从实践上，要求抽水蓄能的功能定位逐步从作为“常规电源”为电网提供调峰填谷、调频、调相、事故备用、黑启动等服务，发展到适应经济社会发展，作为“战略电源”在整个电力系统发挥作用，更好地为社会服务。



### 3 抽水蓄能电站的综合作用

从近几年抽水蓄能电站运行的实践来看,抽水蓄能电站的主要作用体现为以下几个方面:

#### 3.1 适应经济社会快速发展需求,为安全可靠、绿色环保的社会用电提供保障

随着社会经济的发展,社会对电的要求已从“量”的满足逐步发展到“量、质”并举,这也是社会发展进步的真实反映,这要求电力系统不仅要安全稳定,而且要高质高效提供绿色环保的电力产品。抽水蓄能电站具有适应负荷快速变化的特性,可以快速大范围调节出力,提高电力系统安全稳定运行水平,保证电能质量。

(1) 抽水蓄能电站启停灵活、反应快速,具有在电力系统中担任紧急事故备用和黑启动等任务的良好动态性能。

(2) 抽水蓄能电站跟踪负荷迅速,能适应负荷的急剧变化,保证社会用电的质量。

(3) 抽水蓄能电站利用其调峰填谷性能可以提高系统负荷率,提高电网运行的平稳性。

这些特性决定了抽水蓄能是电力系统适应社会经济发展新需求强有力的手段。同时也客观上要求抽水蓄能发展的功能定位要从主要为电网服务,转变到为电力系统服务,为社会服务。

#### 3.2 优化电源结构配置,保障电力系统安全稳定运行,实现电力系统节能减排

抽水蓄能的特性决定了其在电力系统中不可替代的作用,就发电企业而言,其作用如下:

(1) 抽水蓄能的建设减少了系统内火电装机容量的建设,进一步优化了电源结构,提高了现有火电的利用小时,火电的增量效益显著。根据广东电网现状,按照广州抽水蓄能电站和惠州抽水蓄能电站建设,替代同等容量火电和核电,计算结果表明可以为广东电网的火电和核电产生 35.3 亿元的增量效益。

(2) 减少了火电机组参与调峰启动次数,按火电机组启停费用 40 万元/次,国网新源公司抽水蓄能机组年均启动 1.2 万次,可节约火电企业启停费用近 48 亿元。

(3) 降低火电机组调峰幅度,提高火电机组运行负荷率并在高效区运行,降低机组的燃料消耗。目前,国内先进超超临界机组带基荷运行时的供电煤耗在 270g/kWh 以下,如果调峰运行,供电煤耗将大幅度增加,将超过 360g/kWh,抽水蓄能替代火电调峰具有明显的节能降耗、减少排放的作用。

就电网企业而言,抽水蓄能可以进一步为跨区输电服务,保障电网安全,促进跨区电力市场的建设和发展。

#### 3.3 提高对风电等可再生能源的消纳能力,为发展清洁能源提供广阔空间

在风电装机比较集中的电网中建设适当规模的抽水蓄能电站,可以充分发挥抽水蓄能与风电运行的互补性,提高风电的利用小时数和输电线路的利用率。尤其是在风电基地的送端建设抽水蓄能电站,采取与风电打捆组合上网方式,在风电出力大于外送线路规划时,抽水蓄能利用富裕风电抽水,当风电出力小于外送线路规模时,抽水蓄能放水发电,一方面,可以将原本随机的、不可控的风电出力过程,加工成可以满足电力系统需要的高质量的电能;另一方面,可以弥补风电送出工程输电容量大、输电电量小的缺点,提高输电线路的经济性,减少输电规模和输电线路投资,同时显著提高电网消纳风电的能力,避免出现资源浪费。

#### 3.4 适应核电大规模发展,减少系统调峰调频压力

核电的发展是解决我国电力能源问题的一个重要手段。但核电适宜长期稳定带基荷运行,在满足电力系统负荷需求的同时,大规模发展核电将给电力系统带来极大的调峰压力,解决此问题最经济的方式是在核电的受端建设适当规模的抽水蓄能电站。广州抽水蓄能电站对大亚湾核电站的调节是当前我国抽水蓄能与核电配合运行的成功范例。在核电受端配套建设抽水蓄能电站一方面可以通过抽水蓄能的加工,减轻电力系统的调峰压力,提高核电站的运行效益和安全性;另一方面在核电受端配套建设抽水蓄能电站,可以减小电网的潮流压力,减小核电送出线路的输送能力,减少电网投资,实现电力系统效益最大化。

### 4 抽水蓄能发展的政策体系

要实现抽水蓄能电站适度、有序、健康发展,首先是要用发展的眼光给抽水蓄能电站的功能科学地定

位；其次是要理清抽水蓄能投资体制和价格机制之间的逻辑关系，在政策上形成投资体制和价格机制相互协调、相互促进的抽水蓄能发展政策体系，实现我国抽水蓄能产业的安全健康发展。

#### 4.1 形成与社会经济发展相适应的抽水蓄能功能定位

抽水蓄能的功能定位是一个不断发展完善、与时俱进的过程，电网只是其功能发挥的唯一载体，抽水蓄能服务的对象是整个电力系统、整个经济社会，其核心是要与当前社会经济发展水平相适应，满足社会经济发展需求。

在抽水蓄能发展初期，经济社会对电力系统提供的电量产品要求并不高，同时抽水蓄能又只能依靠电网发挥功能，形成了整个经济社会对抽水蓄能的认识也仅仅是要求抽水蓄能为电网服务的局面。而当前的抽水蓄能投资体制、价格机制和经营模式等方面的政策正是基于这种认识来制定的，这种认识实际上并没有全面反映抽水蓄能的价值。

在当前的抽水蓄能发展水平下，随着国家经济结构调整加快，经济社会对供电质量提出了更高的要求。电力系统峰谷差逐渐增大，调峰矛盾日益突出。在大力推行节能减排和改善环境质量的压力下，对常规火机组的经济、环保运行需求更加紧迫。同时，新能源的快速发展、国家加大跨区资源配置，更需强化电力系统安全稳定的风险控制。客观上要求对抽水蓄能的功能定位认识从作为“常规电源”为电网提供调峰填谷、调频、调相、事故备用、黑启动等服务，回归到适应经济社会发展，作为“战略电源”在整个电力系统发挥作用，更好地为社会服务上来。抽水蓄能电站作为维护电力能源安全，保障民生的战略价值将越来越突出。

#### 4.2 形成与抽水蓄能电站功能定位相适应的投资体制

我国抽水蓄能从1968年岗南开始，发展至今已建、在建近3000万kW，发展历程经历了从无序竞争到有序开发的过程。如今，电网经营企业作为抽水蓄能电站投资主体的地位，抑制了一段时期曾出现的盲目无序发展抽水蓄能电站的势头，理顺了抽水蓄能电站和电网运行的关系，对规范抽水蓄能电站发展发挥了积极作用。

考虑到抽水蓄能电站对电力系统的独特作用，抽水蓄能电站由电网企业投资建设，符合我国电力发展的规律和要求。通过这种方式，可以统一建设、统一运行和管理，有利于抽水蓄能发挥最大效益，为电力系统提供最及时、最有效的支撑和服务。

从理顺投资体制的角度出发，首先电网作为抽水蓄能功能发挥的唯一载体，由电网企业按照国家规划主导建设抽水蓄能电站。一方面可以保持国家产业政策执行的连续性，促进社会各方对抽水蓄能投资建设需求单一化；另一方面可以充分调动电网作为国家资源、能源综合调配平台的优势，减少协调成本，有利于抽水蓄能的功能发挥。同时也有利于国家控制抽水蓄能适度有序开发的节奏，实现健康有序发展。其次，在抽水蓄能建设过程中，对部分地区协调量大、移民征地问题突出的地方，由电网企业控股、地方适当参股投资建设抽水蓄能电站，并在项目所在地注册成立抽水蓄能电站公司，为地方创造经济效益，可以有效地调动地方政府的积极性，降低项目移民、征地、环境保护方面的工作难度，有利于协调好电站建设过程中和投产后同地方之间的关系，有利于形成良好的电站建设和运营环境，更有利于控制工程造价，从根本上降低社会的经济负担。

#### 4.3 形成与抽水蓄能电站投资体制相适应的价格机制

从国外抽水蓄能电站经营模式和电价机制看，无论采用哪种运营模式，定价都坚持以下原则：①抽水蓄能电站的电价机制应起到引导产业健康发展的作用；②电站投资应取得合理回报，并能够维持正常运营；③电价分摊遵循“谁受益，谁补偿”的基本原则。日本、法国、美国实行统一经营的抽水蓄能电站，其运行维护成本以及合理回报等在销售电价中予以体现。

从价格形成理论上来看，用户最终从电力系统购买的产品是电量，而电力系统为用户生产安全可靠、高质高效电量产品的同时，在生产和流通环节还需诸多的辅助服务。按照价格形成理论，只要是电力系统产出所必需，无论产出的是电量产品还是为生产电量产品付出的辅助服务，所有成本支出最终都要由用户“买单”，只是“买单”的体现环节和表现形式不同。

投资体制决定价格机制，同时价格机制也会影响投资体制，二者相辅相成，价格机制必须与投资体制相配套。在由电网主导建设的抽水蓄能电站的投资体制下，按照“谁受益，谁补偿”的原则，用户是最终受益者。价格机制可以是单独核价，也可以纳入电网运行成本统一核定，合理部分以输配电价形式从销售电价中走出，既与现行投资体制相呼应，又有利于形成抽水蓄能有序开发的良好局面，维持抽水蓄能投资体制政策的延续性，保证抽水蓄能适度健康发展需要。

#### 4.4 形成与电力体制改革相适应的抽水蓄能电站投资回收机制

从国外抽水蓄能电站来看，投资回收机制主要有以下两种途径：

(1) 纳入电网统一核算，电站运行成本和投资收益从社会销售电价中予以回收。目前，大部分国家抽水蓄能电站采取这种投资回收机制。

(2) 抽水蓄能电站作为电力市场主体，公开参与市场竞争，通过参与系统竞价（包括电力交易市场和辅助服务两个市场）实现建设运行成本和投资收益的回收。这种投资回收机制主要是在欧美电力市场化改革进行比较深入、市场竞价规则相对完善、电力供需和电源结构相对稳定、电力系统辅助服务定价机制完善的情况下实施。

从我国抽水蓄能电站投资回收机制来看，经过几十年的发展，抽水蓄能先后形成两部制、单一电量制、容量电费制、租赁经营和纳入电网建设运行成本统一核算等多种投资回收机制。用户、发电企业和电网企业都按国家定价的方式不同程度地承担了部分抽水蓄能的费用。这些投资回报方式的形成，都是在特定的历史背景下符合当时电力行业管理模式需要，符合当时阶段的现实情况，也是符合电力体制改革方向的，对于推动抽水蓄能的发展起到了积极作用。

目前，抽水蓄能的投资回报机制要适应电力体制改革的需要。我国已完成电力行业厂网分开改革，电价改革也在稳步推进，在电力体制改革到位，形成了电力交易市场和辅助服务市场后，抽水蓄能的投资回报机制就自然形成了。但相对厂网分开而言，电价改革涉及面广、影响度深。在上下游相关产业配套改革不到位的情况下，电价确定暂时还无法通过供需双方议价达成协议，从近几年电煤价格的谈判、大用户直购、2006年东北电力市场竞价试点造成市场亏空30亿元等也充分说明这一点。因此，现阶段无论发电侧上网电价，还是用户销售电价在相当时期内仍将由政府定价。抽水蓄能电站的投资回报机制也要适合现阶段我国电力改革的进展，满足我国抽水蓄能适度发展需要。

## 5 结束语

综上所述，随着经济社会的进步，对抽水蓄能的功能定位的认识也需与时俱进，应该用发展的眼光来看待抽水蓄能的功能定位问题，不能仅认识抽水蓄能电站作为“常规电源”的功能，更应认识到其作为“战略电源”的功能，并且能够适应经济社会快速发展对电力系统的各种新需求以及我国经济结构调整过程中的各种新变化。同时，为保证抽水蓄能安全健康发展，要在认识抽水蓄能电站功能变化的基础上，确保产业政策在投资体制、价格机制、投资回收机制问题上形成相互协调、相互促进的抽水蓄能发展政策体系。