

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 2016

CHOUSHUI XUNENG
DIANZHAN GONGCHENG
JIANSHE WENJI 2016



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 2016

CHOUSHUI XUNENG
DIANZHAN GONGCHENG
JIANSHE WENJI 2016



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. 2016 / 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, 2016. 10

ISBN 978-7-5123-9938-9

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 (2016) 第 248584 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>)

北京天宇星印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2016 年 10 月第一版 2016 年 10 月北京第一次印刷

880 毫米×1230 毫米 16 开本 39.5 印张 1233 千字

定价 160.00 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

抽水蓄能是目前世界上最有效、技术最成熟的先进储能方式。利用电力系统负荷低谷电能或无法正常吸收的风能、太阳能发电等电能抽水至上水库，在电力系统负荷高峰或需要时再放水至下水库发电，在电力系统中承担调峰填谷、调频调相、紧急事故备用和黑启动等多种功能，运行灵活、反应快速，因此，是目前电力系统中容量规模最大、转换效率最高、运行调度最灵活的储能设施，也是当前最高效、最成熟、最环保、最经济的大规模电能储存工具。

我国政府已正式批准“巴黎协定”，加入了国际2020年后全球应对气候变化行动计划，提出了到2030年非化石能源占一次能源消费比重达到20%的新目标。为此，必须大力推动清洁可再生能源的利用，积极发展水电，安全高效发展核电，加快利用风能、太阳能等其他可再生能源。为了保障电力系统安全、稳定和经济运行，保证核电的安全运行，吸纳出力不稳定且具有间歇性的风能、光伏发电等电能，必须配套建设较大规模的抽水蓄能电站。

抽水蓄能电站的规模配置主要与地区经济发达程度、区域负荷特性、电源结构、互联系统调峰能力等有关，建设条件、建设成本和系统其他调峰手段的经济性也会影响到抽水蓄能电站的建设规模。在国际上，如日本、韩国、西班牙、法国、德国、意大利等主要发达国家的抽水蓄能电站装机比例都很高，接近或者超过电力总装机容量的5%。此外，在全球范围来看，核电的技术发展目前也需要配置抽水蓄能电站。目前，我国抽水蓄能电站建设的规模和发展速度都还有所不足，必须加快。只有我国抽水蓄能建设跟上了经济社会发展的需要，我们才有可能真正实现可再生能源替代化石能源的革命。

大力发展并不断提高我国抽水蓄能电站的建设规模和技术水平，是一项十分重要且非常紧迫的任务。中国水力发电工程学会电网调峰与抽水蓄能专业委员会作为我国抽水蓄能电站建设方面的全国性学术组织，一如既往地在水蓄能发展建设方面发挥着专业学术团体的重要作用，努力为行业技术进步服务，

并影响和推动着国家政策的制定与执行。这次出版的《抽水蓄能电站工程建设文集 2016》，收集了有关抽水蓄能电站的规划、设计、建设、设备制造和运行管理等方面的论文 128 篇，内容十分丰富，对于交流抽水蓄能电站建设管理的经验和技木，提高建设水平和推动科技进步，都将产生积极的作用。希望通过本论文集的发行和相关学术交流会议，为广大科技工作者提供一个分享技术和管理进步成果研讨与合作的广阔平台，突出新形势下专委会的工作特色，加强交流，提高我们的技术和管理水平，为国家制定相关标准和产业政策出谋献策，为我国抽水蓄能电站建设更快更好地发展贡献力量。

期待着我国抽水蓄能建设事业持续健康发展和取得更大的成绩，更好地服务于我国经济社会的可持续发展。

中国水力发电工程学会常务副理事长兼秘书长
水电水利规划设计总院原院长
2016 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（简称专委会）组稿，是专委会出版的第21部抽水蓄能学术年会论文集，共收录128篇文章。

本文集共分5个专题，抽水蓄能发展规划与建设管理、抽水蓄能电站工程设计、抽水蓄能电站机组装备试验与制造、抽水蓄能电站工程施工实践、抽水蓄能电站运行及维护。内容涵盖了我国抽水蓄能电站建设和管理领域各个专业的研究探索与经验总结，其中不乏重要的理论成果和施工实践总结，内容广泛，资料翔实，希望对从事抽水蓄能工程规划、设计、科研、施工和运行管理人员具有指导和借鉴意义。

本次征文共收到文章200余篇，限于篇幅，同时为使内容精炼，在编辑过程中，对一些相同作者、相似内容以及介绍相同工程的文章做了适当合并和删减，特在此向读者说明。

秘书处对各位委员支持论文集征稿工作，积极组稿、投稿表示感谢！希望今后能够收集到更多的，为抽水蓄能工程的健康发展提出真知灼见的优秀文章。

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

2016年9月于北京

目 录

序

编者的话

抽水蓄能发展规划与建设管理

抽水蓄能电站工程建设项目管理模式探讨	刘 欣 (3)
浅析抽水蓄能电站参与市场竞争必要经济条件的研究与探讨	周宏刚 (6)
新形势下东部地区抽水蓄能电站建设征地移民安置规划设计特点	卞炳乾 陈 森 刘 峰 (10)
阜康抽水蓄能电站 EPC 总承包试点工作方案介绍	韩小鸣 (14)
能源互联下抽水蓄能电站工程建设管理分析	李璟延 (18)
基于阜康抽水蓄能电站 EPC 总承包最高限价上水库工程单价测算新思路	翟海燕 宋 欣 马 赫 乔天霞 (22)
抽水蓄能工程项目风险的解释结构模型分析	邵焯楠 郑玉平 (25)
国内抽水蓄能电站 EPC 总承包管理模式研究及应用	鲍利佳 种 飞 (33)
抽水蓄能电站工程移民安置实施及管理探讨	淦 斌 黄光华 (39)
全球能源互联背景下的抽水蓄能电站建设	张全胜 葛军强 (42)
抽水蓄能电站移民共享水电效益机制研究	刘玉含 (47)
哈密抽水蓄能电站的建设必要性	陈 忠 张和平 蔡新合 (51)
抽水蓄能建设施工承包商履约评价管理	渠守尚 (59)
仙居抽水蓄能电站电价机制探讨	钟 娜 姚晨晨 杨立锋 (64)
水电(抽水蓄能)定额价格水平与计价问题探究	乔天霞 翟海燕 宋 欣 (68)
移民迁(复)建工程项目征地补偿政策方式初探	张祥富 宋华涛 (72)
水库移民实物指标调查存在的问题与解决对策	韩宏韬 郭春艳 张 航 陆金琦 (75)
EPC 模式下抽水蓄能工程 BIM 应用研究	张云飞 肖程宸 (79)
抽水蓄能电站环境影响评价文件等审批变化与要求	郭 坚 (85)
响水涧抽水蓄能电站工程施工合同管理体会	丁震宇 蒋岸林 (90)
基于模糊综合评判模型的海水抽水蓄能电站综合评价问题研究	李雪娇 张建龙 (93)

抽水蓄能电站工程设计

抽水蓄能电站上水库冰情及应对措施	郭红永 高奎炜 于思雨 王培杰 赵永行 赫岩松 (101)
------------------------	---------------------------------

抽水蓄能电站全面防渗水库排水系统设计综述	巩绪威 (105)
侧式进/出水口工程布置新进展	张兰丁 (112)
梯级混合式抽水蓄能电站水能利用提高率的探讨 徐小伟 李相辉 李秀斌 吴善锋 刘学媛 庄小东 秦秀荣 李奕成 申家宁	(117)
仙居抽水蓄能电站枢纽总布置介绍	郑齐峰 李成军 吴森华 王东锋 杨经卿 (122)
仙居抽水蓄能电站引水隧洞衬砌型式选择	王东锋 陈丽芬 蒋磊 (127)
呼和浩特抽水蓄能电站水库冰情研究	赵海镜 刘静 刘凤成 (130)
仙居抽水蓄能电站重大设计变更及设计优化 郑齐峰 李成军 王东锋 杨经卿 吴森华 汪静文	(134)
洪屏抽水蓄能电站调相压水系统介绍	姜泽界 王康生 (139)
仙居抽水蓄能电站上水库坝体分区优化调整	吴森华 (143)
张河湾抽水蓄能电站上水库闸门锁定梁系统改造	李甲骏 朱海峰 李永红 赵浩 祁亚静 (147)
仙居抽水蓄能电站金属结构设计	周以达 (151)
仙居抽水蓄能水电站卷扬式启闭机设计若干问题的探讨	韩一峰 (155)
周宁抽水蓄能电站下水库布置方案研究	朱安龙 王红涛 祝青 王秉冰 (161)
仙居抽水蓄能电站压水排气系统 CFD 分析	舒峻峰 周杰 李成军 赵志文 (167)
仙居抽水蓄能电站上水库面板堆石坝安全监测设计及蓄水期成果分析	韩荣荣 郑晓红 (174)
地震折射方法在淤泥质覆盖层探测中的灵活应用	彭绪洲 陈新球 (179)
ALIMAK 爬罐轨道膨胀螺栓拉拔试验安全值的确定	费万堂 关景明 刘林元 常世举 (182)
海外抽水蓄能电站对工程地质的要求与挑战 赵国斌 廖卓 徐辉 郑齐峰 傅新芬 谭支超 胡翰军	(187)
洪屏抽水蓄能电站上水库断层渗漏问题与防渗地质分析	林健 (195)
洪屏抽水蓄能电站地下厂房振动分析	陈鹏 王红涛 (201)
宜兴抽水蓄能电站主坝重力挡墙抗滑抗倾覆稳定性分析	殷苗苗 (206)
自动准同期导前时间参数整定的研究	吕滔 邓磊 (210)
三维设计在混凝土岔管结构计算与配筋中的应用	徐卫中 胡光平 康欢 (214)
北方某抽水蓄能电站下水库泄洪建筑物比选研究	江献玉 王珏 刘君成 (217)
抽水蓄能电站地下工程安全风险探索	顾莹 郝蕾蕾 (224)

抽水蓄能电站机组装备试验与制造

抽水蓄能电站机电设备分标及安装管理分析与思考	杨志义 (231)
抽水蓄能电站发电机-变压器组保护的逻辑要求和特殊问题 王从显 罗胤 赵俊杰 曹永闯	(235)
可逆式机组国产化进展及缙云抽水蓄能电站单机容量选择探讨 安周鹏 靳永卫 仝建伟 汪晓峰 毛学志	(241)
抽水蓄能发电机-变压器组单元接线单相接地保护跳闸分析	景城 艾澜 (246)
机组发电启动并网后负荷无法增加自动转停机原因分析	朱中山 (251)
一起抽水蓄能机组蝶阀关闭故障的原因分析及处理	王大强 张雷 伍常林 (256)
抽水蓄能机组调速系统仿真测试装置设计与实现	杨洪涛 周建中 和扁 张云程 赵威 (260)
仙居抽水蓄能电站首台机组的启动调试	何铮 张飞 (267)
大型抽水蓄能电站机组整组启动调试的方法	高怀任 鑫 钱晓忠 唐夏雨 (275)
抽水蓄能电站机组保护装置故障分析与处理	高旭 (283)

抽水蓄能机组导叶关闭规律浅析	权 强	(286)
抽水蓄能发电电动机电气制动及其相关配套设备的应用分析	赵 博 高 翔 秦 俊 邓拓夫	(292)
仙游抽水蓄能电站机组网源协调参数整定分析	余 睿 林礼清	(296)
抽水蓄能机组带闸开机事故分析及对策	庄坚菱 林礼清	(301)
永磁耦合器在抽水蓄能电站中的应用研究	吴培枝 张 雷 孙章豪	(304)
机组状态监测在白山一期电站中的应用	王孟文	(309)
仙游抽水蓄能机组优化运行	李向阳 郑文强	(312)
发电电动机推力瓦压力监测功能优化	邹志伟 彭 宝 张文魁	(316)
变频器在启闭机控制系统中的应用	郭 桢 胡海龙 郭首春 张雷雷 陈 萍	(320)
仙游抽水蓄能电站直流系统绝缘监测浅析	赖文发	(326)
浅谈仙居抽水蓄能电站定子铁芯磁化试验	王海涛	(332)
水泵水轮机活动导叶卡门涡列分析	赵 强	(337)
平江抽水蓄能电站水泵水轮机参数选择	刘 霞 侯学勇	(342)
仙居抽水蓄能水泵水轮机特征参数优化	李成军 周 杰 陈顺义 胡万飞 罗成宗 丁 光 赵志文	(348)
抽水蓄能电站首机首次 SFC 拖动运行的探讨	唐拥军 周喜军	(352)
某抽水蓄能电站机组上导轴绝缘低原因分析及处理	梁睿光 吕鹏飞 朱光宇 温占营	(355)
洪屏抽水蓄能电站水轮机调节系统模型参数测试	蔡 龙 黎 平 刘 轲 洪云来	(360)
浅谈抽水蓄能电站机电安装工程标段界面划分	罗 涛 袁冰峰	(367)
水轮机导叶止推抗磨板损坏原因分析及改造	刘文峻 李冬华 杨庆业	(372)
仙游抽水蓄能电站双机水泵断电试验技术	张厚瑜 姜爱军	(376)
双代号网络计划在机组检修进度计划中的应用	蒋明君 黄杨梁 邹 斌	(381)
水泵水轮机泵工况驼峰区 CFD 预测	管子武 刘德民 邓祥平	(385)
一次机组调速器油位最低保护动作跳闸分析	武海鑫 李贺宝 刘殿兴	(392)
泰山抽水蓄能电站上水库 1 号闸门电气控制系统改造	王洪博 王 斌	(396)
抽水蓄能电站水泵水轮机水力特性研究	原红红 胡紫航 张靖彦 王君博	(400)
分瓣式螺栓把合泄水环在抽水蓄能机组上的应用与分析	董阳伟	(403)
仙居抽水蓄能电站厂用电系统设计浅析	詹云龙	(407)
抽水蓄能电站用电系统及施工用电设计评审要点探究	吕鑫昌 王明芳 赵晓琳 杨 柳 宫 攀	(412)
高水头抽水蓄能电站导叶关闭规律优化初探	凡家异 文树洁 丁景焕 陈太平 张 建 王伦其	(417)
吸湿干燥法处理水轮发电机绝缘受潮	滕 跃 高文利 滕 巍 刘福佳	(424)
西龙池抽水蓄能电站主轴密封故障处理	马金才	(428)


抽水蓄能电站工程施工实践

某抽水蓄能电站地下厂房洞室群围岩稳定分析	温家华 崔 炜 程亚男	(433)
敦化抽水蓄能电站通风洞冬季施工技术	潘福营 温学军	(440)
以某抽水蓄能电站面板堆石坝为例浅谈坝体填筑施工	陈张华	(443)
敦化抽水蓄能电站下水库泄洪放空洞闸门井贯通爆破施工	马春程 王 勇 解永泽	(447)
抽水蓄能电站建设施工废水处理工艺探讨	马萧萧	(450)

仙居抽水蓄能电站下水库沉江接地网的设计与施工	汪静文	陈建锋	赵政	(454)
埋藏式 780MPa 级压力钢管凑合节安装新工艺	刘启明	曹奎	罗成宗	(459)
溧阳抽水蓄能电站人工砂质量的控制指标	吴书艳		周振	(465)
抽水蓄能电站中公路选线设计研究综述	徐敏	吴飞	刘小明	何安生 (471)
固结灌浆工艺在抽水蓄能电站的实践与应用			游秋森	(476)
土工膜防渗在江苏溧阳抽水蓄能电站中的应用	史永方	邢磊	周振	(480)
荒沟抽水蓄能电站生产营地岩土工程分析评价	刘录君	杨伟	苑海龙	鲁恩龙 赵兵 (484)
仙游抽水蓄能电站上水库初期蓄水方案技术研究			叶永进	(488)
溧阳抽水蓄能电站 2 号尾水系统充排水试验	邢磊	吴书艳	史永方	(492)
黑麋峰抽水蓄能电站球阀动水关闭试验分析	王君	邓磊	曹春永	(496)
一种覆涂型接缝止水结构及应用			王健	(502)
浅埋深隧洞开挖单向出洞技术在抽水蓄能电站中的应用	张学清	关景明	侯晓斌	龙小刚 (505)
浅析抽水蓄能电站施工类项目超合同结算原因及应对措施			李泽峰	胡宏刚 (510)
洪屏抽水蓄能电站 1 号尾水系统充排水试验实测资料分析			姚敏杰	冯仕能 (513)
仙居抽水蓄能电站主进水球阀阀体打压试验漏水原因分析及对策	张飞		王龙	(517)

抽水蓄能电站运行及维护

抽水蓄能电站输水系统自激振动的机理分析与对策	陈勤		李广亮	(527)
关于抽水蓄能电站基建转生产期的隐患排查治理的探讨	李幼胜		刘立军	(533)
水温因素对琅琊山抽水蓄能电站进水蝶阀枢轴影响解析	胡栋	李悦	龙庆亮	陈侠 (538)
响水涧抽水蓄能电站工程投资控制实践			汪业林	(544)
洪屏抽水蓄能电站尾闸系统调试过程问题处理与分析	王康生	莫旭晶	洪云来	张华 (548)
桐柏抽水蓄能电站水工建筑物安全运行十年后建设思考			赵贤学	(552)
基于树莓派的水电厂运行、检修辅助系统	田鹏	马信武	瞿士才	(556)
溧阳抽水蓄能电站进水球阀接力器开启缓冲时间过长原因分析及处理	陈忠宾	倪海梅	章存建	高从闯 (560)
相距二十年的抽水蓄能电站计算机监控系统配置差异分析			施美霖	(565)
在丰宁抽水蓄能电站建设全过程开展“工程项目档案交底”的探索与实践	王勋	何颖珊	王艳	(570)
基于业主视角的“营改增”后抽水蓄能在建工程合同管理浅析	张菊梅	苏非	肖程宸	(574)
抽水蓄能检修定额及费用标准编制思路及内容要点	张建龙	宋湘辉	黄坤	(578)
抽水蓄能电站中控室紧急停机和关闭事故闸门的可靠性措施研究	郑波		潘涵斌	(583)
洪屏抽水蓄能电站上水库大坝安全监测设计及蓄水初期监测成果分析	刘浩		郑晓红	(589)
应用典型小概率法拟定大坝安全监控指标			钟金盛	(595)
物联网技术在抽水蓄能远程监测、预警的研究与应用			董波	(599)
抽水蓄能电站的值班模式浅析	张政		陆婷	(606)
GRC 轻质隔墙板在蓄能电站地下厂房系统建筑装饰中的应用	林志旺		陈张华	(610)
仙居抽水蓄能电站厂房动力特性分析	刘建峰	郑齐峰	杨经卿	(613)
设计代表处档案材料收集管理分析	马宁		张颖	(618)



抽水蓄能电站工程建设文集 2016

抽水蓄能发展规划与 建设管理

抽水蓄能电站工程建设项目管理模式探讨

刘欣

(国网新源控股有限公司, 北京市 100761)

【摘要】 由于资源配置和经济发展的不平衡及电网调峰填谷等需要, 在我国发展抽水蓄能电站已势在必行。通过对抽水蓄能电站项目管理模式的探讨, 为抽水蓄能电站工程建设项目管理提供借鉴。

【关键词】 抽水蓄能 项目管理 管理模式

1 抽水蓄能工程建设项目发展状况

抽水蓄能电站诞生于 1882 年的瑞士, 距今已经有了百余年的历史。它利用电力负荷低谷时的电能抽水至上水库, 在电力负荷高峰期再放水至下水库发电的水电站, 又称蓄能式水电站。抽水蓄能电站在电网的负荷不是很高的时候的电能转化成在电网高峰时期的电能, 此外还可以用于调频、调相, 也可以提升系统之中火电站和核电站的效率。

目前我国开始大规模的开发利用新型资源, 抽水蓄能电站在我国有了进一步的发展, 已经由过去的侧重于电负荷中心的配置转变到用电负荷中心、输出端、落地端、能源基地等多方面。国家电网如今提出了“一特四大”的国家发展战略, 即通过依靠大型的能源基地, 来建设由 1000kV 的直流和 800kV 的交流所组成的特高压电路, 也就是电力高速公路, 可以促进大煤电、大水电、大火电的开发, 使全国的资源达到一个优化的配置。同时, 还会需要把特高压电网作为基本的骨架, 各级电网所发展的电网作为基础, 建成在国际上具有一定的领先地位的数字化、智能化、信息化的智能电网。此时特高压交流输电系统所产生的无功平衡和电压控制问题会比超高压交流输电系统更加的明显。我们可以利用大型蓄水电站平衡、快捷的调节特性, 来承担特高压电网无功平衡和改善无功的调节特性, 这是一种十分安全而且有效的经济措施。建设一定规模的抽水蓄能电站对电力系统尤其是电网的正常运行有着十分深远的作用。

由于我们国家电力装机规模的不断增长以及联网规模在不断的升级, 以及一些新能源的不断高速发展, 要保障电力安全稳定的供应有很大的压力, 此时就需要来建立更多的抽水蓄能电站来缓解这个供电的压力, 抽水蓄能电站迎来了更加广阔的发展空间, 必将为电网的峰度调谷和安全有效的运行发挥很大作用。

2 抽水蓄能电站建设管理模式分析

2.1 国外电力建设项目管理模式

国外电力建设项目管理模式尽管有多种表现形式, 其项目管理战略在于最大限度地合理确定各方职责, 合理分摊风险以确保项目目标的完成。项目风险主要体现在投资、进度和质量三个方面。业主总是把承包商能够承担的风险尽量地转移给承包商, 而自己则承担承包商不能承担的风险, 应用较广泛的是 FIDIC 条款通用的方式, 即业主与建包商分别签订独立的承包合同, 同时业主专门聘请咨询公司承担业主工程师职责, 业主工程师既受业主委托, 向业主负责, 又是一个独立公正的第三方。同时 FIDIC 也采用设计、建造、交钥匙等总承包方式及合资方式。但其根本方式只有一个, 即“小业主、大咨询”, 只是“业主”有十分广泛的表现形式, 其不同的形式下业主管理的方式也是不同的, 其共同特点是咨询工程师(业主工程师或监理工程师)在项目管理中的作用是非常重要的。

2.2 我国电力建设项目管理模式

我国电力建设项目管理模式在计划经济下的指挥部计划管理模式的基础逐渐发展为业主责任制和项目负责人责任制, 尽管其合同结构形式有多种表现, 包括平行发包、项目总承包和设计/施工总承包方式, 施工

联合体（合作体）承包等合同结构。业主的管理机构也有矩阵式，线性和职能式管理结构，总结起来有两种模式：一种是“大业主”模式，一种是“小业主”模式，所谓“大”和“小”的界定是按照业主管理人员的多少，对社会监理、咨询的授权程度和业主人员对项目建设质量、进度、投资控制的介入深度来划分的。“大业主”模式主要表现为业主人数多，机构多，专业配套全，对社会人力资源利用少，对监理、咨询授权少或不委托授权，业主管理人员除完成资产运作外，还要亲自对工程项目进行管理，对质量、进度（工期）、投资进行直接控制；“小业主”模式主要表现为业主项目管理班子的人员少、机构精简，对社会资源的利用程度高，对监理和咨询的委托授权较充分。一般不直接对建设项目的投资（成本）、进度和质量进行控制，而是充分授权监理和咨询机构对项目进行控制管理，业主的主要职责在于确定工程目标，将目标用合同的形式委托另单位进行完成。

2.3 抽水蓄能电站项目管理模式选择

抽水蓄能电站建设是一项复杂的系统工程，同时在我国仍处初级发展阶段，由于抽水蓄能电站建设的复杂性、特殊性，以及建设规模的快速扩张，各项目建设管理水平仍存在较大差异，亟待进一步提升。抽水蓄能项目公司作为电站建设的业主方项目管理机构，建设管理人员配置受不同因素综合影响，一方面需满足工程建设管理需要，另一方面也需与项目运行有机衔接。因此，抽水蓄能电站这么大的建设项目须充分利用专业化的社会资源，来帮助业主提高管理水平，实现项目目标。

抽水蓄能电站项目采用“小业主，大咨询”的建设管理模式较为适宜。当前，随着工程建设标准要求的不断提高、项目建设管理体制机制的优化调整、管理标准化的不断深化，抽水蓄能电站项目建设管理体制机制日趋成熟，采用“小业主，大咨询”的管理承包模式是抽水蓄能电站项目管理普遍趋势。

3 抽水蓄能电站项目 CM 管理探索

CM（Construction Management Approach）工程管理方式有两种，一种形式为代理型（“Agency” CM）方式，一种是风险型工程管理（“At Risk” CM）方式。要认同这一管理模式，首先要对项目法人负责制和法人进行具体的建设管理这两个概念进行澄清。委托建设管理后，法人的业主权力减弱了，法人怎么进行负责，这其实是一个认识上的问题。如果把建设管理当成一种产业，那么建设管理的企业——项目管理公司只是建设中的一个单位，就类似水电建设工程中的设计单位、施工单位和设备制造厂家一样。建设管理单位不提供图纸、机具和设备，也不进行具体的施工，而是以建设管理者的角色出现在工程建设中。按照现代的建设管理，业主在有项目管理公司不是权力的削弱，而是其权力更加集中、责任更加到位。这主要反映在业主可以有更大的精力来管理其资金的运作和建成后的运行。

浙江桐柏抽水蓄能电站项目工程管理在构筑项目法人责任制、招标投标制、建设监理制、合同管理制和资本金等五制为主要内容的建设管理体制的基础上，在国内率先采用了现场委托管理的模式，即“小业主、大监理、有限委托”的管理模式，是水电建设采用这种模式的初步尝试。实践证明，项目采用 CM 管理模式是成功的，项目进度、质量、投资、安健环管理等都达到了预期的目标，取得积极效果。

3.1 CM 方式缓解项目建设、运营阶段专业配置结构性矛盾

抽水蓄能电站建设期业主人员主要以水工、施工、工程投资、合同管理人员为主，运行期以机电设备管理维护人员为主，采用 CM 模式可解决项目建设期和运行期的专业配置结构性矛盾，业主单位在建设期无需配置齐全的专业管理人员，减少了运行期相应人员的安置问题。

在通常方式下（不采用 CM 方式），项目往往需要全面配置建设管理人员，随着工程建设进程，相关经验不断积累，队伍不断成熟；但项目一旦建成，如不能实现在项目间的调济或开展后续项目建设，相关人员和建设管理经验沉淀在原项目单位中，不能得到有效延续和发挥，造成人力资源和工程经验浪费。

3.2 CM 方式是加强业主项目建设管理能力的可行方式之一

从目前国内水电建设主要参建方情况分析，在以项目单位、设计单位、监理单位和施工承建单位所构筑的工程建设体系中，项目单位的力量都往往是最弱小的一方，而项目单位在工程建设体系中担负最重要的角色，加强业主管理是各方面的共识。采用 CM 方式，一方面发挥 CM 管理方在工程建设方面的优势，

另一方面有利于项目业主集中精力更专注于对项目的整体管理，在项目总体筹划、政策处理、资金筹措和生产准备等重要方面发挥业主作用。

4 结束语

随着国家积极应对气候变化，加快能源结构调整，核电、风电、太阳能等清洁能源规模快速增长，智能电网建设全面展开，对电力系统的安全稳定经济运行提出了更高要求。抽水蓄能是今后相当长一段时期内有效解决电力系统调峰问题、确保电力系统安全可靠运行的有效手段。可以预见，今后相当长一段时间内，我国的抽水蓄能电站建设规模必将保持在一个较高的水平。抽水蓄能电站项目管理将与国际接轨，提高管理水平，逐步向管理总承包方向发展，实现工程质量好、投资省、工期短、效益高的目标，对促进电网安全健康发展，保障稳定的电力供应发挥重要作用。

参考文献

- [1] 邱彬如. 世界抽水蓄能电站新发展. 北京: 中国电力出版社, 2006.
- [2] 林好常. 我国项目管理的现状和改革方向. 中国投资与建设, 1999 (5).
- [3] 刘亚军. 抽水蓄能电站建设现场高效管理研究, 南方电网调峰调频发电公司惠州抽水蓄能电站建管局, 2010.

浅析抽水蓄能电站参与市场竞争必要 经济条件的研究与探讨

周宏刚

(白山发电厂, 吉林省桦甸市 132013)

【摘要】 抽水蓄能电站以其特有的机动、灵活的特性在电力系统中扮演着旋转备用、削峰填谷的重要角色, 它的存在改善了电力系统的运行条件, 降低了系统运行成本, 解放了火电在调峰、调频过程中对机组的不利影响, 提高火电机组的负荷率、年利用小时数, 延长了机组的寿命, 降低了相应电厂的燃料运行费用、检修维护费用、厂用电率等, 保证了电网的供电质量, 提高了电网运行的安全性、可靠性和经济性, 但是我国目前抽水蓄能电站的经济环境不利于其生存、发展, 因此, 改善抽水蓄能电站的经济条件, 加大对抽水蓄能电站的经济补偿力度, 提供与其价值相协调的经济条件势在必行, 只有这样抽水蓄能电站才能不断发展、壮大, 充分发挥其自身价值, 以满足国民经济快速发展的需要。

【关键词】 抽水蓄能 价值 补偿

1 抽水蓄能机组的发展概况

抽水蓄能机组是抽水蓄能电站的核心设备, 最早的抽水蓄能机组采用专门的抽水机组和发电机组, 即所谓四机式机组, 水轮机与发电机、水泵与电动机完全分开布置, 而管路系统和输配电设备常为共用。四机式机组的水轮机和水泵均可根据自身的条件确定型式、台数和转速, 因而可保证各自的效率最高, 但造价却十分昂贵, 目前几乎不采用。后来发展到将一台水泵和一台水轮机均和同一电机相连, 该电机可作为同步发电机运行, 又可作为同步电动机运行, 形成三机式机组或称组合式机组。从 20 世纪四五十年代起, 开始出现了可以双向运转的水力机组, 向一个方向旋转时抽水, 向另一个方向旋转时发电, 该种水力机组被称为可逆式水泵水轮机, 它与同步发电电机构成二机式机组, 该形式机组由于设备少、结构简单紧凑、厂房和辅助设备大为减少, 造价较低, 所以成为目前多数抽水蓄能电站的优先选用方案。

2 抽水蓄能电站的巨大价值

抽水蓄能电站在低谷时段利用电网多余的电力和电量抽水, 高峰时段利用低谷所抽的水量发电, 起到了削峰填谷的作用。若抽水电量由汛期的水电站提供, 可以减少水电站的弃水, 提高水电站的利用率和利用小时数; 同时, 又降低了电网高峰时段的运行成本, 缓解了电网调峰的困难。若抽水电量由火电机组或核电机组提供, 可以使这部分机组以较平稳的出力运行, 缓解这些机组低谷时段深度压负荷、频繁调整负荷、启停调峰的困难, 降低由于调峰运行对机组设备带来的不利影响, 由此增加了这部分机组的负荷率、年利用小时数、发电量, 延长了机组的寿命, 降低了相应电厂的燃料运行费用、检修维护费用、厂用电率等, 给这部分电厂带来经济上的效益。如华北电网部分 100MW 的火电机组, 若没有抽水蓄能电站低谷调峰抽水运行, 电网要求该类机组在低谷时段压到 50MW 调峰运行, 与额定工况相比, 其煤耗增加 60~80g/kWh, 厂用电率增加 4%; 若启停调峰运行, 每启动 1 次, 还将增加约 72t 的耗煤量、2.3t 的耗油量, 损耗凝结水约 300t, 并且单热态启动, 启动时间 70~80min, 每次启动使机组寿命损耗约 0.01%。

抽水蓄能电站还能为电网提供动态服务, 解放了原电网中承担旋转备用、调频、爬坡、跟踪负荷的部分火电机组, 降低了这部分火电机组的燃料运行费用, 提高了机组的发电量, 减少了机组的磨损。同时,

减少了电网调相设备的投资,保证了电网的供电质量,提高了电网运行的安全性、可靠性和经济性。意大利国家电力局的帕尼切利应用蒙特卡洛法(MONTECARLO)对55140MW的电力系统作了详细研究后认为,抽水蓄能电站取代火电机提供旋转备用,可使该系统年运行费用节省5%。

目前,尽管蓄电池能够实现电能的少量存储,但电能的大批量存储还是一个世界性难题,抽水蓄能电站在利用其他能源发出的剩余电能,把水从下面的水库或湖泊抽到“位于高处”的水库中,将电能转化为水的势能,然后供此种水电站在适当的时候来发电,变相解决了电能大批量存储问题。

对于混流式抽水蓄能电站,比如白山抽水蓄能电站,它的建成除具有上述积极作用外,在汛期时通过水轮机工况运行,在增加白山大坝泄洪能力的同时可大大减少弃水量,提高上游来水的利用率,其经济效益非常可观。

抽水蓄能电站以其特有的机动性能大大改善了电力系统的运行条件,如果电力系统中有机组因故停机,抽水蓄能机组能在0.5~1min内启动,起到了事故备用的作用,大大提高了电力系统运行的可靠性、经济性,改善系统的调节性能,平时还可以作调相机运行,向系统提供无功功率,改善电能质量,抽水蓄能电站这种机动性和灵活性,给电网和社会带来的社会综合效益更是不可估量的。

3 我国抽水蓄能电站经济条件存在的问题

抽水蓄能电站以其双倍的调峰功能和优质的动态服务在国外电力系统中得到了迅速的发展,我国地域辽阔,山川众多,地形起伏变化大,所以,不仅常规水电资源丰富,而且抽水蓄能发电资源也有相当的储备。据全国23个省(区、市)粗略考察,已查明抽水蓄能电站站址250余处,总计规模310GW左右,其中大部分是技术经济指标优越、开发价值较高的优良站点,但据可靠资源统计,截止到目前全国(未计台湾)已建成的抽水蓄能电站共有11座,总装机容量5629MW,仅占全国电力装机容量的1.8%,在峰谷差越来越大、调峰和电能质量的要求越来越高以及我国经济高速发展的今天,其规模远远满足不了现代化电网的需求,抽水蓄能电站的价值也远远没有发挥出来,据调查研究,经济条件差是制约我国抽水蓄能电站的建设的一个重要原因。

如果将抽水蓄能电站与常规水电站等同对待,抽水蓄能电站的运营是亏损的,因为抽水蓄能电站在具有常规水电站的全部运营成本外,还包括用来抽水的电能成本,以及担负调峰调频、事故备用等特殊任务的制约使其不能完全从经济效益出发进行运作所牺牲的成本等,也就是说从独立经济效益来看,抽水蓄能电站的价值是负值;但是抽水蓄能电站的价值不在其独立性,而在于其所在系统的整体性,正是由于抽水蓄能电站的存在以及其对系统作出的诸多牺牲,提高了电网的调峰调频能力、事故抵御能力,消除了火电机组的在担负调峰调频任务时的诸多不利因素,使整个系统的结构、运营更趋合理、经济、科学,在提高了系统的供电能力、供电质量的同时,降低了整个系统的运行成本。

抽水蓄能电站在电网中的削峰填谷、调频、调相、旋转备用、爬坡等运行,给电网、电厂以及用户都带来了显著的经济效益,但电网仅对其发电量给予补偿,严重地背离了价值规律,影响了抽水蓄能电站的财务生存能力和对投资市场的吸引力。为此结合我国电力市场的实际,按“谁受益、谁补偿”的市场经济原则,对抽水蓄能电站价值补偿问题进行了如下初步的研究与探讨。

已投入商业运行的广州抽水蓄能电站(简称广蓄)是独立经营的抽水蓄能电站的典型范例。1995年下半年以前,广东电网仅对广蓄的发电量给予价值补偿,而其发电量因受电网结构、电网调度的影响,远小于设计值,致使广蓄出现了严重的亏损,企业难以生存。1995年下半年以后广蓄改为容量租赁经营方式,由电网支付抽水蓄能电站的各项成本费用支出、还贷、利润等,电网可以根据实际需要,对抽水蓄能电站的机组进行调度,使企业经营状况大大改善。这说明只对受各种因素影响的、变化的发电量进行补偿,抽水蓄能电站的财务生存能力是极差的。

在市场经济条件下,应以抽水蓄能电站的价值作为补偿依据,真正反映出抽水蓄能电站在电网中的作用和功能。国家电力公司已出台了《抽水蓄能电站经济评价暂行规定》,提出了用可避免成本来制定抽水蓄能电站在电网中的上网二部制电价,并以此为基础,以容量收入和电量收入的形式对抽水蓄能电站给予补