

CHOUSHUI XUNENG DIANZHAN GONGCHENG JISHU

抽水蓄能电站 工程技术

中国水电顾问集团北京勘测设计研究院

邱彬如 刘连希 主编



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

CHOUSHUI XUNENG DIANZHAN GONGCHENG JISHU

抽水蓄能电站 工程技术

中国水电顾问集团北京勘测设计研究院

邱彬如 刘连希 主编



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内容提要

本书是系统全面介绍抽水蓄能电站工程技术的专著。内容涵盖抽水蓄能电站建设规划、设计、施工、运营管理全过程，重点突出抽水蓄能电站的工程技术特点，总结归纳了该领域工程技术的新发展，着重介绍近十几年采用的新设计和施工技术，既有理论，又有工程实践。

本书适用于抽水蓄能电站设计、建设管理、科研、施工、制造等专业的技术人员，也可供相关专业高等院校师生阅读和参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

抽水蓄能电站工程技术/邱彬如, 刘连希主编. —北京: 中国电力出版社, 2008

ISBN 978-7-5083-7838-1

I. 抽… II. ①邱…②刘… III. 抽水蓄能水电站-工程技术
IV. TV743

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 139413 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路6号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

北京盛通印刷股份有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2008年10月第一版 2008年10月北京第一次印刷

880毫米×1230毫米 16开本 48印张 1505千字

印数 0001—3000册 定价 150.00元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签, 加热后中心图案消失

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

编写人员名单

主 编 邱彬如 刘连希
副主编 李志谦 吕明治 江泽沐 李复生

章节编号		撰写人	统稿人
第一章		邱彬如	刘连希
第二章		王朝阳	李复生
第三章	3.1~3.3	马登清、靳亚东	
	3.4	麦达铭	
第四章	4.1~4.2	金弈	
	4.3	何学铭、陈伟明	
第五章	5.1~5.2	米应中	米应中 富宝鑫
	5.3	宫海灵	
	5.4	贾煜星	
	5.5	王少川	
	5.6	高茂华	
第六章	6.1	吕明治、王可	严旭东、吴奎、王敬武
	6.2	王可	
	6.3	杨静	
	6.4	王志国	
第七章	7.1	赵轶	
	7.2	吴吉才	
	7.3	沈安琪	
	7.4	吴吉才	
第八章		韩立	邱彬如
第九章	9.1	李振中、王文芳	严旭东、吴奎、王敬武
	9.2	王建华	
	9.3	王志国	
	9.4	陈红、范国芳	吴全本

章节编号		撰写人	统稿人
第十章	10.1	杨静	严旭东、吴奎、王敬武
	10.2	王阳雪、周长兴	
	10.3	王阳雪、杨静	
	10.4	杜晓京	
第十一章	11.1~11.4	耿贵彪	
	11.5	齐俊修、周正新	
第十二章		苟东明	江泽沐、周益
第十三章	13.1~13.2	白之淳	江泽沐、万凤霞、姜树德、梁见诚
	13.3	姜树德、蒋一峰	
	13.4	姜树德	
第十四章	14.1	万凤霞	江泽沐、姜树德、白之淳、梁见诚
	14.2	姜树德、雷旭	
	14.3	蒋一峰	
	14.4	姜树德	
第十五章		易忠有	江泽沐
第十六章	16.1	郭清	卢兆钦、贾富生
	16.2	卢军民	
	16.3	代振峰	
	16.4	赵万青	
	16.5	吴朝月	
	16.6	范建章	
第十七章	17.1	杜秀惠	王淑清
	17.2~17.4	王朝阳	李复生
第十八章	18.1	周益、马登清、靳亚东、吴吉才、王志国	江泽沐、李复生、万凤霞
	18.2~18.5	周益、施瑄龄、姜树德	
第十九章	19.1~19.2	王朝阳	李复生
	19.3	吴吉才、王建华	严旭东
	19.4	苟东明、万凤霞、姜树德	江泽沐
第二十章		刘连希	邱彬如

由中国水电顾问集团北京勘测设计研究院（以下简称北京院）支持编写的《抽水蓄能电站工程技术》一书已脱稿，请我为之写序。我与两位主编是多年共事的老同志，当然应该勉为其难，但更主要的是觉得国内抽水蓄能相关专著甚少，而他们在努力补上这块“短板”，我觉得很有意义，所以当即应允。

北京院是国内最早从事抽水蓄能电站研究、设计的水电设计院。1968年建成的我国第一座抽水蓄能电站——岗南和1973年第二个投产的密云抽水蓄能电站，就出自他们之手。之后北京院又参加了华北、东北、华东等多个省市区抽水蓄能电站的规划选点，和十多个大型抽水蓄能的规划设计，其中已建、在建的就有7座，占全国17座已建、在建大型抽水蓄能电站40%，大概是目前国内从事抽水蓄能电站设计最多的设计院。在这些电站的建设中，他们除了负责规划设计，还参与了施工，机组调试，运行监测和设计回访的全过程。

本书二位主编是北京院的老总工、老院长，他们都直接参与并领导过北京院承担的各抽水蓄能电站的规划、设计并参与建设的全过程，是我国抽水蓄能方面的专家。他们退休后仍孜孜不倦，热心抽水蓄能事业，热心学会工作，并努力笔耕，系统地介绍国内外抽水蓄能电站的情况、经验和新的发展，力求多做贡献。这种精神值得我学习。

本书各位编写者都是北京院从事抽水蓄能规划、设计多年的项目、技术负责人，日常工作繁忙，仍坚持写作，实属不易。

我国抽水蓄能电站于20世纪60、70年代起步，建了两座共3.3万kW的小型工程之后一停十多年，直到80年代末90年代初随着国家经济持续快速发展，西电东送步伐加快，核电建设的推进等，抽水蓄能才进入规模建设快速发展的阶段。到90年代末已建9座，装机规模457.5万kW，年均增长45万kW；2007年末增加到17座，装机容量894.5万kW，年均增长54万kW。按计划现在已开工的项目到2012年均可完建，届时将有28座抽水蓄能电站，装机容量2110.5万kW，年均增长约243万kW。这样的发展速度，纵向看，即和自身比，不算慢；但若横向和国家的发展、环境及电源结构调整的需求比，仍然滞后，这明显地反映在抽水蓄能装机的比例依然很低。从抽水蓄能开始规模建设到1998年，十年左右时间抽水蓄能的比例由0.02%增长到1%。此后，大家做了很大努力，又花了14年的时间，修建、续建了惠州、西龙池、白莲河、天荒坪、广蓄二期等16座大型抽水蓄能电站和沙河、回龙、佛磨等5座中型工程，共21座1900多万千瓦，到2012年抽水蓄能的比例也只能达到2%左右。可见抽水蓄能事业的发展任重道远，需要更多的人积极参与、持续推动，需要市场和机制的不断完善，现阶段更需要各级决策者的理

解和支持。

本书全面介绍了我国抽水蓄能电站的发展过程，设计、施工、运行的原则和特点，已建电站的经验和技术创新的成果等，内容丰富，资料翔实，不仅可供业内设计、施工、运行、制造、科研的技术人员学习参考，对电力企业的管理人员和各级政府能源管理部门来说，也是目前他们了解中国抽水蓄能现状最新、最系统的参考资料。很希望分管水电、分管电网特别是分管规划、计划的同志能拨冗一阅。

本书在我国第一座抽水蓄能电站建成 40 周年之际出版，也是全体编撰人员对我国抽水蓄能事业的新贡献。感谢他们，也感谢所有支持本书编写出版的单位和同志们。

祝愿我国抽水蓄能事业能更好更快地发展！

何璟

2008 年 9 月

前言

我国抽水蓄能电站建设起步较晚，第一台抽水蓄能机组 1968 年才在岗南水电站投入运行，至今达四十年。直到 20 世纪 90 年代后发展速度加快，十年间就有 9 座抽水蓄能电站相继投入运行，至 2000 年底抽水蓄能电站总装机容量已达 5590MW。进入 21 世纪后发展更快，截至 2007 年底，有 17 座大、中型抽水蓄能电站投入运行，装机容量达到 8945MW；另有 11 座抽水蓄能电站正在建设中，容量达到 12760MW，我国是当今世界上发展速度、发展规模均居首位的国家。展望未来，抽水蓄能电站建设也必将迎来更加广阔的发展前景。

但是与我国抽水蓄能电站建设飞速发展的形势很不相称的是，国内系统论述抽水蓄能工程技术的专著屈指可数，由陆佑楣、潘家铮主编的 1992 年出版的《抽水蓄能电站》是第一部，也可说是唯一全面介绍抽水蓄能工程技术的综合性论著，距今已有十六年。由于当时我国大、中型抽水蓄能电站建设才起步，该书对抽水蓄能的基础知识和理论作了详细阐述，重点介绍了国外抽水蓄能电站建设的实践经验，成为我国抽水蓄能电站建设者的启蒙教材及主要参考书。随着近年抽水蓄能电站建设规模的迅速扩大，许多水电技术人员开始参与抽水蓄能电站建设，迫切希望能有一部综合论述抽水蓄能工程技术的专著，全面介绍近年抽水蓄能工程的新技术、新发展，尤其是我国抽水蓄能电站建设的实践经验。为此，我们尝试编写了两本书，2006 年已出版的由邱彬如编著的《世界抽水蓄能电站新发展》（中国电力出版社）和本书。前者主要介绍国外抽水蓄能电站最新发展情况和采用的新技术，而本书则重点介绍我国抽水蓄能电站建设的实践经验。

中国水电顾问集团北京勘测设计研究院是我国最早从事抽水蓄能电站的建设者之一，在 20 世纪 60 年代就承担了我国最早的岗南和密云抽水蓄能电站的设计工作。20 世纪 80 年代起进行了众多抽水蓄能电站的规划、设计、施工、机组调试、运行监测等工作。北京勘测设计研究院设计的十三陵、琅琊山、张河湾抽水蓄能电站已相继投入运行，我国水头最高的大型抽水蓄能电站——西龙池抽水蓄能电站也将在今年发电。我们在多年的工作中积累了许多经验，也有不少教训，希望通过本书的编著，将这些经验和教训与同行们分享。我国抽水蓄能电站的发展从来不是一帆风顺的，始终需要我们所有参与者的不懈努力，衷心希望通过本书为我国抽水蓄能建设事业的发展略尽绵薄之力。

本书编写遵循以下原则：①突出抽水蓄能电站专有的技术问题，对水电工程中共同的问题一般不作介绍；②以前已有详细阐述的有关抽水蓄能电站基本知识和理论不再重复；③以总结介绍我国抽水蓄能电站工程实践为主，对国外抽水蓄能电站工程中有特色，而我国尚无实践经验的实例作适当的介绍；④较全面地反映我国抽水蓄能电站工程实践经验，

而不仅限于北京勘测设计研究院参与的工程实践；⑤不仅阐述抽水蓄能电站的设计，也重视总结抽水蓄能电站施工及运行中的经验和教训。

本书共分二十章，第一章简述我国抽水蓄能电站建设的发展历程；第二～四章介绍抽水蓄能电站的选址、工程规划和环境问题；第五章介绍抽水蓄能电站的工程地质勘测；第六～十一章分别介绍抽水蓄能电站枢纽布置、水工建筑物的设计及监测布置；第十二～十五章介绍抽水蓄能电站机电设备的设计及过渡过程计算；第十六章介绍抽水蓄能电站的施工；第十七章介绍抽水蓄能电站建设投资、资金筹措和经济评价方法；第十八章介绍抽水蓄能电站的初期蓄水与调试中需注意的问题；第十九章介绍抽水蓄能电站运行管理的特点，运行中暴露出的问题；第二十章介绍在抽水蓄能电站建设中成功采用的八个创新技术实例。

本书编写过程中，得到了全国各抽水蓄能电站建设单位、电网与发电厂、设计院、科研院所、制造厂家、施工单位等的大力支持，提供了丰富的资料，在此表示衷心感谢。书后虽列有参考文献，挂一漏万之处恐难避免，敬希见谅。

本书编写过程中得到北京勘测设计研究院领导及全体人员的关注和支持，本书不仅是编写者辛勤工作的成果，更是全院几代技术人员智慧的结晶，在此谨向大家表示感谢。陈建苏和韩立同志为本书的编辑作出了很多贡献，谨致谢意。

由于本书编写人员均为从事抽水蓄能电站建设多年、目前仍在一线工作的同志，大家工作繁忙，编写前后历时达三年之久；而本书涉及专业众多、篇幅较大，各章节之间难免有详略之别，不协调及重复等现象；更且抽水蓄能电站发展时日不长，对其认识仍在不断加深之中，受我们知识与水平所限，肯定有不妥之处，欢迎专家与读者予以指正。

邱彬如 刘连希

2008年8月于北京

序
前言

第一章 我国抽水蓄能电站建设 1

- 第一节 发展历史 1
- 第二节 发展特点 7
- 第三节 发展面临的问题 10
- 第四节 我国抽水蓄能电站简介 12

第二章 抽水蓄能电站选址规划 26

- 第一节 站址选择程序与方法 26
- 第二节 影响站址选择的主要因素分析 31
- 第三节 选点规划实例简介 37

第三章 抽水蓄能电站工程规划 43

- 第一节 抽水蓄能电站的主要类型与工作特点 43
- 第二节 建设抽水蓄能电站的必要性 47
- 第三节 抽水蓄能电站主要参数的选择 54
- 第四节 泥沙分析与防沙措施 69

第四章 抽水蓄能电站建设与环境 81

- 第一节 抽水蓄能电站的环境保护 81
- 第二节 抽水蓄能电站的水土保持 94
- 第三节 抽水蓄能电站建设征地 96

第五章 工程地质勘察 101

- 第一节 抽水蓄能电站工程地质主要特点 101
- 第二节 工程地质勘察内容概述 102
- 第三节 上水库工程地质 106

第四节	发电厂房系统工程地质	114
第五节	水道系统工程地质	122
第六节	下水库工程地质	129
第六章	抽水蓄能电站布置	135
第一节	概述	135
第二节	上、下水库布置	140
第三节	厂房系统布置	145
第四节	输水系统布置	152
第七章	上、下水库	159
第一节	上、下水库设计	159
第二节	钢筋混凝土面板衬砌防渗	175
第三节	沥青混凝土面板衬砌防渗	194
第四节	其他防渗型式	216
第八章	进/出水口和水道水力学	221
第一节	进/出水口水力设计	221
第二节	水道系统水力设计	234
第九章	水道系统	246
第一节	输水道	246
第二节	高压管道结构	270
第三节	岔管	289
第四节	拦污栅、闸门和启闭机	300
第十章	抽水蓄能电站厂房	316
第一节	厂区和厂房布置	316
第二节	地下洞室群围岩稳定	332
第三节	地下厂房结构设计	348
第四节	抽水蓄能电站的地面厂房和半地下式厂房	381
第十一章	枢纽建筑物工程安全监测	389
第一节	枢纽建筑物监测目的、原则及应具备的资料	389
第二节	上、下水库工程安全监测	391
第三节	水道系统工程安全监测	400
第四节	地下厂房工程安全监测	403
第五节	地下洞室安全监测信息化管理	409

第十二章	水泵水轮机	417
第一节	水泵水轮机型式与发展	417
第二节	水泵水轮机工作特点及其主要参数	422
第三节	水泵水轮机模型验收	434
第四节	水泵水轮机初步选型	436
第五节	机组拆装方式和主要结构	444
第六节	国内大型抽水蓄能电站机组	449
第十三章	发电电动机	455
第一节	结构型式选择	455
第二节	主要参数选择	470
第三节	发电电动机抽水工况启动方式	472
第四节	抽水蓄能机组的励磁系统	488
第十四章	抽水蓄能电站电气部分	493
第一节	电气主接线	493
第二节	抽水蓄能电站的计算机监控系统	509
第三节	抽水蓄能机组的继电保护	519
第四节	抽水蓄能机组工况转换	526
第十五章	抽水蓄能电站水力过渡过程	540
第一节	水泵水轮机全特性	540
第二节	水泵水轮机过渡过程	543
第三节	水泵水轮机过渡过程控制标准	546
第四节	水泵水轮机过渡过程计算工况	550
第五节	水轮机工况过渡过程仿真计算	551
第六节	改善调节保证参数的措施	554
第十六章	抽水蓄能电站工程施工	557
第一节	抽水蓄能电站工程建设管理	557
第二节	施工导流	564
第三节	料场和渣场规划	571
第四节	施工交通与总布置	575
第五节	主体工程施工	589
第六节	施工总进度与工期	608
第十七章	抽水蓄能电站经济评价	621
第一节	工程建设投资与资金筹措	621
第二节	抽水蓄能电站经济评价发展历程	628

第三节	抽水蓄能电站经济评价主要原则及关键问题	629
第四节	案例分析	633

第十八章 抽水蓄能电站初期蓄水及机组调试

第一节	水库初期蓄水	657
第二节	机组设备无水状态的调试	661
第三节	水道系统和水泵水轮机的充水和排水	665
第四节	机电设备带水状态的调试	667
第五节	机电设备的试运行	675

第十九章 抽水蓄能电站运行与管理

第一节	抽水蓄能电站管理体制与经营模式	676
第二节	抽水蓄能电站在电网中运行情况	681
第三节	抽水蓄能电站水工建筑物运行中存在的问题	684
第四节	抽水蓄能电站机电设备运行和检修	694

第二十章 国内部分抽水蓄能电站创新技术的工程实例

第一节	具有周调节功能的惠州抽水蓄能电站工程	704
第二节	宜兴抽水蓄能电站上水库陡倾沟谷地基建坝	709
第三节	张河湾抽水蓄能电站下水库泥沙处理的工程措施	713
第四节	沥青混凝土全库防渗在严寒地区西龙池抽水蓄能电站上水库的应用	717
第五节	琅琊山抽水蓄能电站的分裂变及地下厂房“一”字形布置	724
第六节	土工膜在泰安抽水蓄能电站上水库库底防渗中的应用	728
第七节	混凝土面板全库防渗在十三陵抽水蓄能电站上水库的应用	738
第八节	大直径钢筋混凝土高压隧洞在广州抽水蓄能电站的应用	746

参考文献

754

第一章

我国抽水蓄能电站建设

第一节 发展历史

世界上第一座抽水蓄能电站于 1882 年诞生在瑞士，至今已有一百多年的历史。但抽水蓄能电站较具规模的开发则始于 20 世纪 50 年代，年均增加装机容量不足 300MW，1960 年全世界抽水蓄能电站装机容量 3420MW，仅占世界总装机容量的 0.62%。20 世纪 60~80 年代约 30 年间，是世界抽水蓄能电站建设蓬勃发展的时期。60 年代年均增加 1259MW，而 70 和 80 年代更各增加 3051MW 和 4036MW，到 1990 年，全世界抽水蓄能电站装机容量增至 86879MW，已占总装机容量的 3.15%。30 年间抽水蓄能电站装机容量年均增长率都比世界总装机容量增长率高一倍左右，可谓抽水蓄能电站发展的黄金时期，但主要在欧美及日本等经济发达国家建设。进入 90 年代后，除日本仍在大规模建设抽水蓄能电站外，抽水蓄能电站装机容量位于世界前列的美国与西欧各国抽水蓄能电站建设速度明显减缓，美国在落基山抽水蓄能电站于 1995 年投入运行后没有再新建抽水蓄能电站。西欧除德国建了一座金谷抽水蓄能电站（2003 年投入运行）外，英国、法国、意大利等许多国家至今未建一座抽水蓄能电站。虽然我国及韩国、印度等国抽水蓄能电站建设速度明显加快，但世界抽水蓄能电站装机容量占总装机容量的比例仍不升反降，到 1998 年时已减到 3.03%。明显反映出世界抽水蓄能电站建设重心已转移至亚洲，尤其是我国。

我国抽水蓄能电站建设起步较晚，第一台 11MW 抽水蓄能机组到 1968 年才在岗南水电站投入运行。但我国抽水蓄能电站建设发展速度很快，截至 2007 年底，有大小 17 座抽水蓄能电站投入运行，装机容量达到 8945MW（见表 1-1-1），已超过西欧各国，仅次于日本和美国，位居世界第三。我国抽水蓄能电站发展速度虽很快，但抽水蓄能电站装机容量占总装机容量的比例还很低，仅 1.25% 左右。另有 11 座抽水蓄能电站正在建设中，装机容量达到 12760 MW（见表 1-1-2）。当这批电站在 2010 年左右陆续投入运行后，我国抽水蓄能电站装机容量将达到 21705MW，预计将超过德国和意大利，晋升至世界第三位（甚至超过美国，列世界第二位）。此外，还有一批抽水蓄能电站已在筹建中，或已列入建设规划，将陆续开工建设（见表 1-1-3）。

表 1-1-1 我国已建成抽水蓄能电站（截至 2007 年底）

电站名称	所在地	电站类型	总装机容量 (MW)	水头 (m)	机组台数	单机容量 (MW)	机组编号	投入可靠运行时间	投入商业运行时间
岗南	河北省	混合式	11	64~28	1	11	1	1968 年	
密云	北京市	混合式	22	70	2	11	1	1973 年	
							2	1975 年	
潘家口	河北省	混合式	270	85	3	90	1	1991 年 7 月 11 日	
							2	1992 年	
							3	1992 年	

续表

电站名称	所在地	电站类型	总装机容量 (MW)	水头 (m)	机组台数	单机容量 (MW)	机组编号	投入可靠运行时间	投入商业运行时间
寸塘口	四川省	纯抽水蓄能	2	33.6~21	2	1	1	1992年11月	
广州一期	广东省	纯抽水蓄能	1200	535	4	300	1	1993年6月29日	1993年12月29日
							2	1993年9月9日	1994年2月4日
							3	1993年11月19日	1994年7月1日
							4	1994年3月12日	1994年12月1日
十三陵	北京市	纯抽水蓄能	800	450	4	200	1	1995年12月23日	
							2	1996年6月18日	
							3	1996年12月15日	
							4	1997年6月25日	
羊卓雍湖	西藏自治区	纯抽水蓄能	90	840	4	22.5	1	1997年6月25日	
							2	1997年7月12日	
							3	1997年8月1日	
							4	1997年9月12日	
溪口	浙江省	纯抽水蓄能	80	276	2	40	1	1997年12月	1998年3月2日
							2	1998年5月15日	1998年5月
天荒坪	浙江省	纯抽水蓄能	1800	560	6	300	1	1998年9月30日	
							2	1998年12月27日	
							4	1999年9月24日	
							5	1999年12月18日	
							3	2000年3月11日	
							6	2000年12月24日	
广州二期	广东省	纯抽水蓄能	1200	535	4	300	5	1999年4月6日	1999年12月16日
							6	1999年12月15日	2000年3月16日
							7	1999年12月	2000年3月16日
							8	2000年3月14日	2000年6月26日
响洪甸	安徽省	混合式	80	64	2	40		2000年6月24日	2001年6月23日
天堂	湖北省	纯抽水蓄能	70		2	35	1	2000年12月21日	2001年5月26日
							2	2001年2月	2001年5月26日
沙河	江苏省	纯抽水蓄能	100	121~93	2	50	1	2002年5月15日	2002年6月14日
							2	2002年6月29日	2002年7月30日
桐柏	浙江省	纯抽水蓄能	1200	244	4	300	1	2005年10月	
							2	2006年5月	
							3	2006年8月	
							4	2006年10月	
白山	吉林省	混合式	300	105.8	2	150	1	2005年11月26日	2006年12月15日
							2	2006年6月6日	
回龙	河南省	纯抽水蓄能	120	379	2	60		2005年12月8日	
泰安	山东省	纯抽水蓄能	1000	253	4	250	1	2006年5月20日	2006年7月12日
							2	2006年8月31日	2006年10月12日
							3	2006年10月31日	2007年6月29日
							4	2007年1月8日	2007年6月29日

续表

电站名称	所在地	电站类型	总装机容量 (MW)	水头 (m)	机组台数	单机容量 (MW)	机组编号	投入可靠运行时间	投入商业运行时间
琅琊山	安徽省	纯抽水蓄能	600	126	4	150	1	2007年1月15日	
							2	2007年4月4日	
							4	2007年6月28日	
							3	2007年9月5日	

注 未含台湾省明湖 (1000MW) 和明潭 (1620MW) 抽水蓄能电站。

表 1-1-2 我国在建抽水蓄能电站 (截至 2007 年底)

电站名称	所在地	总装机容量 (MW)	机组台数	单机容量 (MW)	额定水头 (m)	计划开始发电日期
张河湾	河北省	1000	4	250	305	2008年3月
宜兴	江苏省	1000	4	250	353	2008年3月
西龙池	山西省	1200	4	300	640	2008年8月
惠州	广东省	2400	8	300	517.4	2008年9月
宝泉	河南省	1200	4	300	510	2008年12月
黑麋峰	湖南省	1200	4	300	295	2008年12月
佛磨	安徽省	160	2	80	54.2	2008年
白莲河	湖北省	1200	4	300	195	2009年
蒲石河	辽宁省	1200	4	300	308	2010年12月
响水涧	安徽省	1000	4	250	190	2011年10月
呼和浩特	内蒙古自治区	1200	4	300	513	2012年3月

表 1-1-3 我国部分拟建抽水蓄能电站

电站名称	所在地	装机容量 (MW)	机组台数	单机容量 (MW)
仙游	福建省	1200	4	300
仙居	浙江省	1500	4	375
洪屏	江西省	1200	4	300
荒沟	黑龙江省	1200	4	300
清远	广东省	1280	4	320
文登	山东省	1800	6	300
天池	河南省	1200	4	300
东江	湖南省	500		
丰宁	河北省	1800	6	300
溧阳	江苏省	1500	6	250
桓仁	辽宁省	800	4	200
蟠龙	重庆市	1200	4	300
天荒坪二期	浙江省	2100	6	350
清原	辽宁省	1500	4	375
马山	江苏省	700	2	350
深圳	广东省	1200	4	300
徂徕山	山东省	1800	6	300
乌龙山	浙江省建德市	2400	8	300
伍员山	江苏省	1500		
宝泉二期	河南省	1200	4	300

续表

电站名称	所在地	装机容量 (MW)	机组台数	单机容量 (MW)
竹海	江苏省宜兴市	1800	6	300
永泰	福建省	1200	4	300
溧阳	江苏省溧阳市	1500	6	250
敦化	吉林省	1200	4	300
阳江	广东省	2400	6	400
板桥峪	北京市	1000	4	250

我国抽水蓄能电站建设发展的过程并非一帆风顺,其发展历程大致上可分为三个阶段,如图 1-1-1 所示。

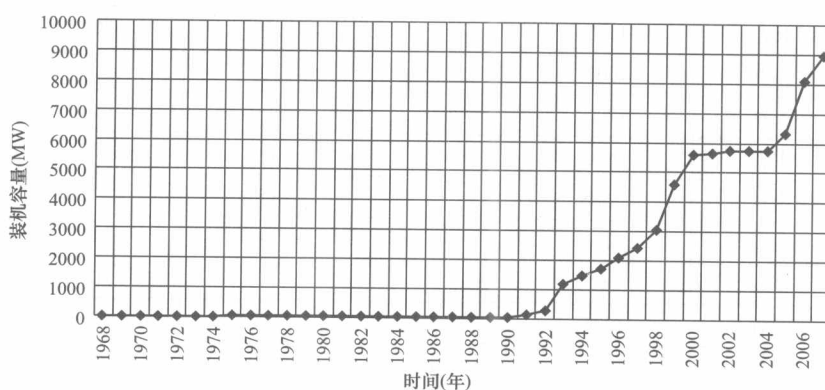


图 1-1-1 我国抽水蓄能电站发展历程

一、起步阶段

1960~1970 年代为第一阶段,可称为我国抽水蓄能电站建设的起步阶段。开始学习和引进国外抽水蓄能工程技术,在 1968 年和 1975 年分别建成岗南(1 台 11MW 抽水蓄能机组自日本富士电机厂引进)和密云(2 台 11MW 抽水蓄能机组由天津发电设备厂制造)两个小型抽水蓄能电站。除此之外,就没有再建设抽水蓄能电站,使我国抽水蓄能电站建设在刚起步后即进入第一个停滞期。分析其原因,主要是由于当时我国总体经济发展水平还不高,对抽水蓄能电站的需求尚不迫切;引进大型抽水蓄能机组需筹措的资金也有一定困难;再加上对抽水蓄能电站作用与效益等的认识还不足。

我国第一批大中型抽水蓄能电站,如华北地区的潘家口和十三陵抽水蓄能电站、华东地区的天荒坪抽水蓄能电站在 1974 年前后,几乎同时开展了建设抽水蓄能电站必要性的论证和工程勘测设计工作。因此,该阶段也是第一波抽水蓄能电站建设高潮的准备阶段。

二、第一波抽水蓄能电站建设高潮

20 世纪八九十年代可谓我国抽水蓄能电站建设的第二阶段。1978 年以后,我国实行改革开放政策,国民经济发展很快,近三十年来 GDP 平均增速达 9.8%,相应电力负荷迅速增大;人民生活水平普遍提高,家用电器迅速普及,电网的峰谷差愈来愈大。随着一大批电厂尤其燃煤电厂的建成发电,社会上缺电局面已由电量缺乏转为调峰容量缺乏;负荷低谷期高周波运行,负荷高峰期拉闸限电的做法也为用户所不满。以火电为主的华北、华东等电网的调峰供需矛盾日益突出,又受到地区水力资源的限制,可供开发的水电很少,且已基本开发完毕。电网缺少经济的调峰手段,因此修建抽水蓄能电站以解决火电为主电网的调峰问题逐步成为共识。加上 80 年代后期我国开始核电站建设,如广东的大亚湾核电站和华东的秦山核电站,也需要抽水蓄能电站以保证核电站的安全和经济运行,这一切促使我国抽水蓄能电站建设事业得以加快发展。

从 20 世纪 80 年代起,在华北、华东和广东等东部经济发展较快的地区,又是以火电为主的电网开始建设一批大中型抽水蓄能电站。河北省潘家口混合式抽水蓄能电站(270MW)首先在 1984 年开工建