



国家电网公司
电力科技著作出版项目

下册

CHOUSHUI XUNENG DIANZHAN SHEJI

抽水蓄能电站设计

中国水电顾问集团华东勘测设计研究院

张春生 姜忠见 主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



国家电网公司
电力科技著作出版项目

CHOUSHUI XUNENG DIANZHAN SHEJI

抽水蓄能电站设计

(下册)

中国水电顾问集团华东勘测设计研究院

张春生 姜忠见 主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

图书在版编目 (CIP) 数据

抽水蓄能电站设计: 全 2 册/张春生, 姜忠见主编. —北京: 中国电力出版社, 2012. 3

ISBN 978-7-5123-2744-3

I. ①抽… II. ①张… ②姜… III. ①抽水蓄能水电站-设计 IV. ①TV743

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 028495 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>)

北京盛通印刷股份有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2012 年 12 月第一版 2012 年 12 月北京第一次印刷

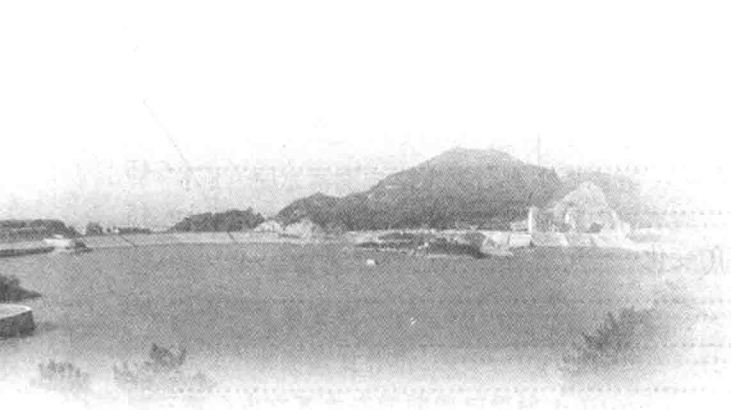
889 毫米×1194 毫米 16 开本 70 印张 1961 千字 1 插页

印数 0001—2000 册 定价 320.00 元 (上、下册)

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



目 录

前言

上 册

第一篇 | 绪 论

第一章 抽水蓄能电站的地位和作用	3
1.1 电力系统的形成和特点	3
1.2 抽水蓄能电站工作原理	5
1.3 抽水蓄能电站的类型	6
1.4 抽水蓄能电站的作用	9
第二章 抽水蓄能电站的发展	15
2.1 国内抽水蓄能电站发展情况	15
2.2 世界抽水蓄能电站发展概况	18
第三章 抽水蓄能电站工程技术与工程设计的特点	22
3.1 抽水蓄能电站的选点规划	22
3.2 抽水蓄能电站的枢纽布置	23
3.3 地质勘察	23
3.4 抽水蓄能电站的上、下水库	24
3.5 抽水蓄能电站的引水发电系统	25
3.6 抽水蓄能电站的机电设备	26
第四章 我国抽水蓄能电站的发展前景	28
4.1 应解决好抽水蓄能电站发展中存在的一些问题	28
4.2 我国抽水蓄能电站的发展前景	30

第二篇 | 抽水蓄能电站规划设计

第一章 建设抽水蓄能电站必要性分析	35
1.1 抽水蓄能电站建设必要性的再认识	35
1.2 抽水蓄能电站建设必要性论证的主要工作内容	35
1.3 地区社会经济现状及发展	36
1.4 地区能源资源开发利用情况	36
1.5 地区电力系统现状及电力发展规划	37
1.6 抽水蓄能电站建设必要性主要论证分析工作	37

1.7	电力系统动态需求分析	45
1.8	抽水蓄能电站建设必要性综合分析和结论	45
1.9	我国抽水蓄能电站建设必要性论证工作内容的变化	46
第二章	抽水蓄能电站选点规划	50
2.1	抽水蓄能电站站址普查	50
2.2	抽水蓄能电站选点规划	55
2.3	福建省抽水蓄能电站选点规划	62
第三章	抽水蓄能电站主要水能参数选择	68
3.1	装机容量选择	68
3.2	上、下水库特征水位选择	77
3.3	输水道尺寸选择	86
3.4	水泵水轮机额定水头选择	91

第三篇 | 抽水蓄能电站枢纽布置

第一章	抽水蓄能电站枢纽的特点	101
1.1	具有上、下两个水库	101
1.2	库水位变幅大、变动频繁，水库防渗要求高	101
1.3	引水发电系统水头高	101
1.4	机组安装高程低	103
1.5	水库泄洪建筑物设计需考虑发电流量和天然洪水叠加的影响	103
1.6	水库初期运行充排水问题突出	104
第二章	枢纽总体布置	105
2.1	布置原则	105
2.2	工程等级及洪水标准	106
第三章	枢纽建筑物总体布置型式	109
3.1	纯抽水蓄能电站枢纽布置	109
3.2	混合式抽水蓄能电站枢纽布置	117
第四章	工程实例——天荒坪抽水蓄能电站	128
4.1	概况	128
4.2	工程地质特点	128
4.3	上水库布置	129
4.4	下水库布置	129
4.5	输水系统布置	129
4.6	厂房系统布置	129
4.7	枢纽布置特点	130

第四篇 | 抽水蓄能电站水文气象条件

第一章	概述	135
1.1	抽水蓄能电站建设特点	135

1.2	抽水蓄能电站水文计算主要内容	135
1.3	抽水蓄能电站水文计算特点	136
第二章	气象条件	137
2.1	气象要素	137
2.2	水面蒸发分析	137
第三章	水文基本资料搜集与复核	138
3.1	基本资料搜集	138
3.2	基本资料复核	139
第四章	径流分析计算	140
4.1	径流分析计算的任务和内容	140
4.2	径流系列及其代表性分析	140
4.3	设计径流分析计算的方法	141
4.4	不同水库类型设计径流分析计算	142
4.5	桐柏抽水蓄能电站径流分析计算	142
第五章	洪水分析计算	144
5.1	洪水分析计算的任务和内容	144
5.2	洪水分析计算方法	144
5.3	根据流量资料推算设计洪水	144
5.4	根据暴雨资料推算设计洪水	146
5.5	地区综合法估算设计洪水	148
5.6	不同水库类型设计洪水分析计算	149
5.7	天荒坪抽水蓄能电站技施设计下水库设计洪水分析计算	149
第六章	泥沙分析计算	152
6.1	泥沙分析计算的任务和内容	152
6.2	悬移质泥沙分析计算	152
6.3	推移质泥沙分析计算	154
第七章	水位流量关系	155
7.1	有实测资料时水位流量关系曲线拟定	155
7.2	无实测资料时水位流量关系曲线拟定	155
参考文献	157

第五篇 | 抽水蓄能电站工程地质问题

第一章	概述	161
第二章	区域构造稳定及地震	164
第三章	上水库(坝)	166
3.1	工程地质特点及主要工程地质问题	166
3.2	地质勘察的主要内容及方法	166
3.3	主要工程地质问题及评价	169
3.4	工程实例	172

第四章 下水库 (坝)	178
4.1 工程地质特点及主要工程地质问题	178
4.2 地质勘察的主要内容及方法	178
4.3 工程实例	179
第五章 输水发电系统	181
5.1 工程地质特点及主要工程地质问题	181
5.2 地质勘察的主要内容及方法	181
5.3 主要工程地质问题评价	182
5.4 工程实例	191
第六章 天然建筑材料	205
6.1 工程地质特点	205
6.2 料场选择原则	205
6.3 地质勘探内容及方法	205
6.4 工程实例	207
6.5 料场地质勘察的注意事项	208

第六篇 | 抽水蓄能电站上、下水库

第一章 上、下水库枢纽布置	213
1.1 影响水库布置的主要因素	213
1.2 坝轴线的选择	213
1.3 坝型选择	217
1.4 倾斜地基上的土石坝	223
1.5 泄洪建筑物布置	227
第二章 库盆防渗与排水设计	228
2.1 渗流控制标准	228
2.2 防渗方案选择	229
2.3 垂直帷幕防渗	232
2.4 钢筋混凝土面板防渗	239
2.5 沥青混凝土面板防渗	256
2.6 土工膜防渗	282
2.7 黏土铺盖防渗	296
2.8 库区排水	304
2.9 库岸稳定	305
第三章 上、下水库的泄洪、放空	311
3.1 上水库泄洪设施	311
3.2 上水库放空设施	316
3.3 下水库泄洪设施	317
3.4 下水库放空设施	323
第四章 拦沙排沙设施	325
4.1 设置拦沙排沙设施的必要性	325

4.2 拦沙排沙工程设计	325
--------------------	-----

第七篇 | 抽水蓄能电站输水系统

第一章 总体布置	333
1.1 输水系统的布置	333
1.2 引水系统的布置	335
1.3 尾水系统的布置	336
第二章 进（出）水口	338
2.1 进（出）水口型式及实例	338
2.2 进（出）水口布置设计	353
2.3 水力设计及模型试验	355
2.4 结构设计	356
第三章 压力水道	362
3.1 压力水道的衬砌类型	362
3.2 隧洞围岩承载设计准则及结构设计理念	366
3.3 压力水道经济管径	375
3.4 隧洞、斜（竖）井钢筋混凝土衬砌设计	377
3.5 压力钢管设计	380
3.6 岔管	400
第四章 调压室	425
4.1 调压室的作用及工作原理	425
4.2 调压室设置条件和位置选择	429
4.3 调压室的基本布置方式和基本类型	432
4.4 调压室的稳定断面	435
4.5 调压室的涌波计算	439
4.6 调压室基本尺寸的确定	440
4.7 调压室结构、灌浆、排水等设计	442
第五章 水力—机组过渡过程分析	444
5.1 抽水蓄能电站输水系统过渡过程特点	444
5.2 水道水力学与特征线法	445
5.3 基本边界条件	446
5.4 可逆机组大波动水力过渡过程	450
5.5 小波动水力过渡过程	463
5.6 水力干扰	465
参考文献	466

第八篇 | 抽水蓄能电站发电厂房

第一章 抽水蓄能电站厂房的形式	471
1.1 抽水蓄能电站的厂房形式	471

1.2	国内外部分已建、在建抽水蓄能电站厂房形式	474
第二章	抽水蓄能电站地面厂房的布置与设计	475
2.1	地面厂房的布置	475
2.2	厂房整体稳定、地基应力	478
2.3	抽水蓄能电站地面厂房结构设计	479
2.4	地面厂房工程实例	480
第三章	半地下式厂房布置与设计	484
3.1	半地下式厂房的布置形式	484
3.2	工程实例	485
第四章	地下厂房的布置与设计	489
4.1	地下厂房的位置、轴线选择	489
4.2	地下厂房的厂区布置	492
4.3	厂房内部布置	504
4.4	地下厂房洞室群围岩稳定分析与支护设计	511
4.5	厂房主要结构	521
4.6	厂房结构动力分析	534

下 册

第九篇 | 抽水蓄能电站施工组织设计

第一章	抽水蓄能电站施工组织设计的主要任务	545
第二章	施工期水流控制	547
2.1	上、下水库施工导流标准	547
2.2	施工导流（排水）方式与布置	548
2.3	利用或改建水库施工导流	550
2.4	施工期度汛	551
第三章	库盆防渗工程施工	553
3.1	土工膜施工	553
3.2	钢筋混凝土面板施工	557
3.3	黏土铺盖施工	559
3.4	沥青混凝土面板施工	561
第四章	斜（竖）井施工	568
4.1	引水系统斜井、竖井施工	568
4.2	斜井、竖井施工程序	568
4.3	斜井、竖井施工实例	572
第五章	地下厂房系统施工	576
5.1	地下厂房系统工程施工特点	576
5.2	施工程序及开挖分层原则	576

5.3	施工通道规划与布置	577
5.4	地下厂房洞室群开挖与支护	579
5.5	地下厂房混凝土施工	583
5.6	施工通风	585
5.7	施工排水	585
第六章	场内交通设计及施工总布置	586
6.1	场内施工道路设计	586
6.2	施工总布置	590
第七章	施工期供水	593
7.1	抽水蓄能电站施工供水的水源条件和供水特点	593
7.2	抽水蓄能电站的施工供水实例	593
第八章	施工总进度	601
8.1	施工总进度编制原则	601
8.2	施工总进度编制	601

第十篇 | 抽水蓄能电站工程安全监测

第一章	上、下水库大坝安全监测	607
1.1	监测项目的选定	607
1.2	变形	608
1.3	渗流监测	618
1.4	应力、应变及温度监测	621
1.5	环境量监测	623
第二章	输水系统安全监测	625
2.1	进/出水口	625
2.2	引水隧洞	627
2.3	高压明管	633
2.4	高压岔管	633
2.5	调压室	635
第三章	电站厂房监测	636
3.1	围岩稳定监测	636
3.2	围岩渗流监测	641
3.3	蜗壳应力应变监测	643
3.4	结构振动监测	645
第四章	监测仪器设备	646
4.1	耐高压仪器的现状	646
4.2	电缆的防水密封	646
4.3	耐高压仪器的埋设	647
第五章	主要监测项目的监测频次	648
5.1	蓄水初期	648

5.2 输水系统冲排水试验期	649
----------------------	-----

第十一篇 抽水蓄能电站机电及金属结构

概述	653
第一章 水泵水轮机及其附属设备	655
1.1 序言	655
1.2 水泵水轮机机型选择	655
1.3 水泵水轮机主要技术参数选择	657
1.4 水泵水轮机模型试验	675
1.5 水泵水轮机结构选型	692
1.6 调速系统	698
1.7 进水阀及其附属设备	702
1.8 机组运行工况及工况转换	705
第二章 水力机械辅助设备系统	713
2.1 技术供水系统	713
2.2 渗漏及检修排水系统	717
2.3 机组压水供气系统	719
2.4 透平、绝缘油系统	731
2.5 上水库和上游水道充水设备	734
第三章 接入系统和电气主接线	736
3.1 接入系统	736
3.2 电气主接线	738
第四章 发电电动机及其附属和辅助设备	747
4.1 发电电动机技术参数和结构选择	747
4.2 励磁系统	763
4.3 发电电动机电压设备	764
4.4 变频启动装置	767
第五章 主变压器和高压配电装置	777
5.1 主变压器	777
5.2 高压配电装置	780
5.3 高压电缆	781
第六章 电气辅助和公用设备系统	784
6.1 厂用电系统	784
6.2 过电压保护和接地系统	792
第七章 抽水蓄能电站控制系统	796
7.1 抽水蓄能电站运行控制方式	796
7.2 电站计算机监控系统	797
7.3 机组和辅机控制	803
7.4 机组状态监测系统	808

7.5	公用设备控制	811
第八章	继电保护	813
8.1	抽水蓄能机组特点对继电保护的影响	813
8.2	主要机电设备继电保护的基本配置	815
8.3	保护装置选型及保护跳闸方式选择	818
8.4	电流互感器 (TA) 和电压互感器 (TV) 配置及选择	819
8.5	典型配置	820
第九章	直流电源、通信和工业电视系统	822
9.1	直流电源系统	822
9.2	通信系统	824
9.3	工业电视系统	825
第十章	金属结构	827
10.1	金属结构工程布置	827
10.2	抽水蓄能电站上、下水库拦污栅	835
10.3	输水系统闸门及启闭机	839
参考文献	843

第十二篇 | 抽水蓄能电站建设征地移民安置

第一章	建设征地处理范围的拟定	847
1.1	水库淹没影响区	847
1.2	枢纽工程建设区	851
第二章	建设征地影响实物指标的调查	852
2.1	实物指标分类	852
2.2	调查组织与程序	853
2.3	调查方法和要求	853
第三章	移民安置总体规划	855
3.1	规划依据和原则	855
3.2	移民安置任务	856
3.3	规划目标和安置标准	857
3.4	移民环境容量	858
3.5	移民安置总体方案	859
3.6	后期扶持	860
3.7	移民生产生活水平预测总体评价	860
第四章	农村移民安置规划设计	861
4.1	农村移民安置规划设计原则	861
4.2	生产安置规划设计	861
4.3	搬迁安置规划设计	864
4.4	后期扶持措施	869
4.5	移民生产生活水平预测	869
第五章	城市集镇迁建规划设计	870

5.1	城市集镇人口和机关企事业单位搬迁安置	870
5.2	城市集镇设施复建规划设计	870
第六章	专业项目处理规划设计	872
6.1	规划设计的主要内容	872
6.2	专业项目处理方式	872
6.3	专业项目处理原则	872
6.4	专业项目处理规划设计工作深度	873
6.5	专业项目处理规划设计工作思路	873
第七章	水库库底清理设计	874
7.1	抽水蓄能电站水库特点	874
7.2	抽水蓄能电站清库特点	875
7.3	水库库底清理设计	876
第八章	利用已建水库的处理	878
第九章	建设征地移民安置补偿费用概算编制	879
9.1	抽水蓄能电站特点	879
9.2	基础价格和项目单价的编制	880
9.3	概算编制	880
9.4	其他	881
第十章	建设征地移民安置规划设计工作程序	882

第十三篇 | 抽水蓄能电站环境保护与水土保持

第一章	环境保护概述	885
1.1	基本概念	885
1.2	抽水蓄能电站主要环境影响及其对策	886
1.3	抽水蓄能电站各阶段环境保护工作要求	888
第二章	主要环境影响及评价	891
2.1	水环境影响	891
2.2	生态环境影响	897
2.3	景观影响	903
第三章	环境保护设计	920
3.1	选址与布局优化	920
3.2	污染防治技术	924
3.3	生态环境保护措施	933
3.4	环境管理	944
3.5	环境监测	949
第四章	水土保持设计	951
4.1	设计内容与特点	951
4.2	水土流失防治目标	952
4.3	水土流失防治分区	954

4.4 防治措施设计	955
4.5 水土保持监测	971
参考文献	974

第十四篇 | 抽水蓄能电站水库蓄水与机组调试

第一章 水库蓄水的程序与条件	977
1.1 水库蓄水程序	977
1.2 水库蓄水条件	978
1.3 水库蓄水有关文件、资料	978
第二章 水库蓄水保证率	980
2.1 基本要求	980
2.2 水库蓄水计算	980
2.3 水库蓄水保证率	981
2.4 工程实践	981
第三章 上、下水库蓄水	986
3.1 上、下水库蓄水的面貌要求	986
3.2 初期蓄水的方式	986
3.3 初期充排水的水位控制	987
3.4 工程实践	987
第四章 输水系统充排水试验	991
4.1 引水系统充排水试验	991
4.2 尾水系统充排水试验	995
4.3 输水系统渗透水量计算依据	997
第五章 无水调试与倒送电	1000
5.1 现场安装试验	1000
5.2 分部调试试验	1001
5.3 电站接入系统试验（倒送电）	1002
第六章 首台机组启动调试	1004
6.1 首台机组首次启动模式的选择	1004
6.2 首台机组启动前应具备的条件	1009
第七章 整组启动调试	1011
第八章 试运行与特性试验	1012
8.1 机组 30 天试运行条件	1012
8.2 机组 30 天试运行要求	1012
8.3 机组 30 天试运行后交接	1013
8.4 机组投运（投入商业运行）	1013
8.5 特性试验	1013
8.6 其他特殊试验	1015
第九章 调试过程中的主要技术问题及关键性试验	1018

9.1	空载不稳定	1018
9.2	水泵工况异常低扬程启动稳定性	1018
9.3	紧急工况转换试验	1019
9.4	球阀动水关闭试验	1019

第十五篇 | 抽水蓄能电站运行设计

第一章	概述	1023
1.1	抽水蓄能电站运行任务	1023
1.2	抽水蓄能电站运行工况	1024
1.3	运行设计基本任务	1026
第二章	运行设计方法	1027
2.1	电力调度	1027
2.2	水库洪水调度	1029
2.3	初期运行调度	1031
2.4	运行调度设计的特殊注意事项	1031
2.5	浙江天荒坪抽水蓄能电站的运行方式	1032
2.6	浙江桐柏抽水蓄能电站上、下水库洪水调度	1038
	参考文献	1044

第十六篇 | 抽水蓄能电站经济效益和经济评价

第一章	抽水蓄能电站经济效益	1047
1.1	抽水蓄能电站静态效益分析	1047
1.2	抽水蓄能电站动态效益分析	1049
第二章	抽水蓄能电站经济评价	1056
2.1	抽水蓄能电站经济评价基本规定	1056
2.2	可避免电源方案选择	1057
2.3	国民经济评价	1059
2.4	财务评价	1061
2.5	综合评价	1072
第三章	抽水蓄能电站经营模式	1074
3.1	国内外抽水蓄能电站经营核算方式	1074
3.2	在建和待建抽水蓄能电站经营核算方式	1079
第四章	抽水蓄能电站效益实现机制探讨	1080
4.1	抽水蓄能电站效益受益主体	1080
4.2	抽水蓄能电站效益补偿原则	1080
4.3	发电侧增量效益及电网侧增量效益分析	1081
4.4	发电侧和电网侧对抽水蓄能电站效益补偿的可能性	1082
附录	抽水蓄能电站工程项目核准工作程序	1083

抽水蓄能电站设计

第九篇

抽水蓄能电站 施工组织设计

