

黄河沙坡头水利枢纽

宁夏沙坡头水利枢纽有限责任公司 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

HUANGHE
SHAPOTOU SHUILISHUNIU

黄河沙坡头水利枢纽

宁夏沙坡头水利枢纽有限责任公司 编著

江苏工业学院图书馆
藏书章



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

图书在版编目 (CIP) 数据

黄河沙坡头水利枢纽 / 宁夏沙坡头水利枢纽有限责任公司编著. —北京: 中国水利水电出版社, 2007
ISBN 978-7-5084-4523-6

I. 黄… II. 宁… III. 黄河—水利枢纽—中卫市 IV.
TV632.433

中国版本图书馆CIP数据核字 (2007) 第041420号

书 名	黄河沙坡头水利枢纽
作 者	宁夏沙坡头水利枢纽有限责任公司 编著
出版 发行	中国水利水电出版社(北京市三里河路6号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn
经 售	电话: (010) 63202266 (总机)、68331835 (营销中心) 北京科水图书销售中心 (零售) 电话: (010) 88383994、63202643 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社装帧出版部
印 刷	北京中科印刷有限公司
规 格	787mm × 1092mm 16开本 18.5印张 445千字 2插页
版 次	2007年4月第1版 2007年4月第1次印刷
印 数	0001—1500 册
定 价	85.00 元

凡购买我社图书, 如有缺页、倒页、脱页的, 本社营销中心负责调换
版权所有·侵权必究



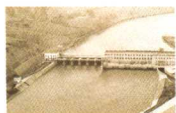
◆ 水利部部长
汪恕诚视察



◆ 宁夏回族自治区党委
书记陈建国视察



◆ 宁夏回族自治区政府主
席马启智视察



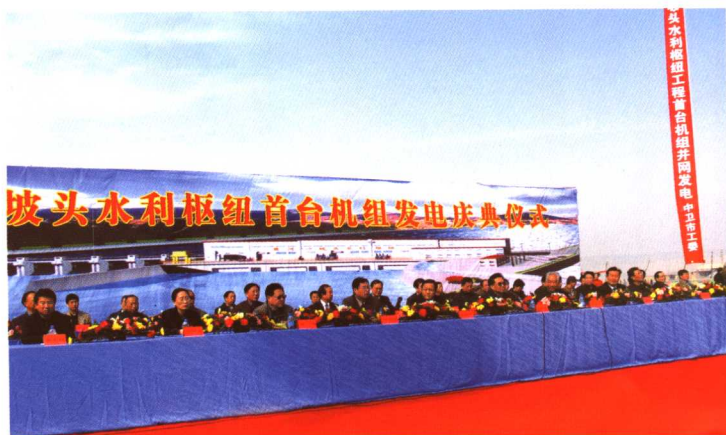
黄河沙坡头水利枢纽

HHSP TSLSN

- ◆ 2000年12月26日，工程开工奠基



- ◆ 2004年3月26日，首台机组发电



- ◆ 2004年11月11日，公司实现重组



《黄河沙坡头水利枢纽》编委会

编委会主任	王文珂	袁进琳					
编委会副主任	杜永发	丁双跃	刘汉忠				
编委会成员	周明滋	刘 华	朱其法	徐宪平	牛 儒		
	许 荣	王 琪	方 彦				
主 编	丁双跃						
副 主 编	周明滋	刘 华					
编 写	潘家铭	席燕林	方 彦	顾耀民	杨海宁		
	郭玉民	赵少臣	王世钦	张云鹤	汪明聆		
	何 平	郝素芝	田智德	沈象志	邓建华		
	王小青	韩昌海	全宗国	黄少华	李天骄		
	王仲仁	高玉生	洪海涛	张泽太	余伦创		
	时铁成	蒋志勇	辛 红	辛贵生	张 顺		
	王艳娥	周梁山	李力伟	曹建忠	张金州		
	欧阳利文	王 刚	高晓广	杜 兴	潘建军		
	干 强	焦建强	杜学平	贺 斌	欧阳湘龙		
	王 芳	李守军	赵英群	王 平			

前 言

黄河沙坡头水利枢纽工程是国家实施西部大开发战略 2000 年开工建设的十大标志性工程之一，是宁夏回族自治区“十五”期间开工建设并建成发挥效益的重点水利工程。黄河沙坡头水利枢纽工程（以下简称“枢纽工程”）的建设，改写了宁夏两大自流灌区之一的卫宁灌区 2000 多年来无坝引水的历史，为灌区的节水改造与水资源优化配置创造了条件，对改善区域生态与环境，促进地方经济社会的发展与宁夏节水型社会的建设具有重要的作用。

枢纽工程位于宁夏回族自治区中卫市境内黄河干流上，是黄河干流规划开发梯级电站之一，是以灌溉、发电为主，兼顾其他效益的综合利用水利工程。枢纽工程为径流式河床电站，控制灌溉面积 87.7 万亩^①。电站总装机容量 12.03 万 kW，设计年发电量 6.06 亿 kW·h。水库总库容 2600 万 m³，设计洪水标准为 50 年一遇，校核洪水标准为 500 年一遇。主坝为混凝土闸坝，副坝为土石坝。批复概算总投资 11.97 亿元。

国家发展计划委员会（以下简称“国家计委”）于 1999 年 9 月批准黄河沙坡头水利枢纽工程立项；2001 年 2 月，批准枢纽工程可行性研究报告；2001 年 8 月，批复开工报告。2000 年 12 月 26 日工程正式开工，2001 年 11 月 22 日黄河截流，2004 年 3 月 26 日首台机组发电，2005 年 5 月 30 日末台机组发电，枢纽主体工程建设任务基本完成。2006 年底完成了工程所有专项验收和竣工初步验收。

工程开工建设以来，得到了党和国家领导人的关心和重视。在水利部的大力支持和帮助下，按照宁夏回族自治区党委、政府的要求和部署，建设者们顶风沙、冒严寒、战酷暑，精心组织，精心施工，攻克了在极软岩地基建坝、库区泥沙淤积、多泥沙河流机组的抗蚀等多项技术难题，在多泥沙河流上成功运行大型灯泡贯流机组，管理实现“无人值班，少人值守”。

枢纽工程是宁夏回族自治区第一项实行业主负责、建管一体的大型水利工程，作为项目业主的宁夏沙坡头水利枢纽有限责任公司，把企业建设和队

① 1 亩=0.0667hm²，余同。

伍建设与工程建设一起抓，同步全面推进，使建设管理和公司运营管理全面走上了良性运行轨道，探索出了一条公益性和经营性相结合的工程建设模式，取得了良好的社会和经济效益。

本书从工程管理、工程建设、试验研究角度，全面介绍工程的规划、设计、施工、验收和管理的全过程，由参加和参与工程建设的有关人员共同编写完成。由于时间仓促，水平有限，书中难免存在错误和疏漏之处，敬请广大读者批评、指正。

目 录

前言

第1篇 工程 建设 管理

1	工程概况	3
1.1	基本情况	3
1.2	规划和设计工程立项	4
1.3	工程实施	5
2	建设管理体制	6
2.1	建设管理体制及组织模式	6
2.2	工程建设组织机构	7
2.3	项目管理	8
2.4	管理机制	10
3	项目决策论证	12
3.1	项目策划及决策	12
3.2	可行性论证及立项	13
3.3	环境评价及社会效益	19
4	工程投资、效益及评价	27
4.1	建设资金筹措及渠道	27
4.2	投资经济效益	27
4.3	经济评价及指标体系	28
5	施工管理	33
5.1	施工管理的机制及信息反馈	33
5.2	合同、造价管理	36
5.3	质量管理	37
5.4	进度控制	43
5.5	安全管理及文明工地创建	45
6	工程监理	49
6.1	监理机制	49
6.2	工程监理过程	54

6.3	质量事故、质量缺陷情况及处理	57
6.4	监理总结	58
7	工程运行管理	60
7.1	运行管理机制	60
7.2	枢纽工程管理	60
7.3	取水及灌区管理	64
8	工程验收	65
8.1	蓄水安全鉴定、并网安全性评价	65
8.2	历次阶段验收和单位工程验收情况	66
8.3	专项工程验收情况	76
8.4	工程竣工初步验收	78

第2篇 工 程 建 设

9	工程规划	83
9.1	工程任务和效益	83
9.2	径流调节	83
9.3	特征水位的选择	85
9.4	装机容量	86
9.5	水库泥沙淤积和库容	88
9.6	枢纽运行方式	89
9.7	灌溉工程	91
10	枢纽布置及方案比较	93
10.1	坝址区自然条件	93
10.2	早期的勘测设计工作	93
10.3	可研报告(1989)的枢纽布置	94
10.4	枢纽布置和施工导流方案比较(1994年)	94
10.5	可研报告(修订)的枢纽布置	96
10.6	初步设计和施工图的枢纽布置	96
10.7	各设计阶段枢纽布置的对比	97
10.8	对选定枢纽布置的评价	97
11	工程地质	99
11.1	坝址工程地质	99
11.2	岩体工程地质特征及力学参数复核	102
11.3	坝基基础开挖与保护	104
11.4	基础验收和坝基质量检测	105
11.5	主要建筑物部位工程地质	106

11.6	特殊地质现象的处理	108
11.7	施工期基坑变形观测	108
11.8	综合评价	110
12	枢纽水工建筑物	112
12.1	工程布置及建筑物	112
12.2	枢纽布置	112
12.3	坝体发电建筑物	113
12.4	引水发电建筑物	118
12.5	泄洪闸	121
12.6	隔墩坝段	123
12.7	副坝	123
12.8	主、副厂房及开关站	125
12.9	基础处理	127
12.10	坝基防渗设计	128
12.11	安全监测设计	131
13	机电设备及金属结构	137
13.1	电气一次	137
13.2	电气二次	139
13.3	金属结构	141
13.4	水轮发电机组	144
14	施工总布置	151
14.1	施工总布置的原则	151
14.2	施工总布置分区规划	151
14.3	工程区对外交通和场内交通	153
14.4	施工用水、供电系统布置	154
14.5	开挖弃渣和弃渣场布置	155
14.6	施工总布置的特点	155
15	施工总进度计划	157
15.1	工程分期和施工总进度计划	157
15.2	工程筹建期	158
15.3	施工准备期	161
15.4	主体工程施工期	164
15.5	工程完建期	169
16	导流工程	170
16.1	导流明渠设计及水力学计算	170
16.2	施工导流工程	175

17 工程截流	180
17.1 截流水工模型试验.....	180
17.2 截流工程设计.....	182
17.3 截流工程的实施.....	183
17.4 工程截流小结.....	185
18 水库淹没与移民	187
18.1 水库移民安置.....	187
18.2 沙坡头旅游区防护.....	189
18.3 专项工程复建.....	192
18.4 水库淹没处理和移民安置评价.....	194
19 工程主要技术问题	195
19.1 砂在沙坡头工程中的应用.....	195
19.2 粉煤灰在沙坡头工程中的应用.....	196
19.3 基坑开挖与软岩建基面的施工保护.....	197
19.4 “雁”形屋面板在枢纽工程主厂房的应用.....	198
19.5 南干电站和 6 号泄洪闸帷幕灌浆缺陷处理.....	199
19.6 混凝土温度控制.....	203
19.7 混凝土的裂缝处理.....	206
19.8 消力池抗磨混凝土.....	206
19.9 抗硫酸盐侵蚀措施.....	207
19.10 泥沙问题及上游控导工程研究.....	208
19.11 混凝土配合比设计及调整.....	209
19.12 大型原位试验及地质力学参数的确定.....	210
19.13 混凝土表面质量缺陷及处理.....	210
19.14 成品砂的配置.....	210
19.15 抓斗法施工 30cm 厚柔性混凝土防渗墙.....	211
19.16 导流明渠坡面混凝土拉模法施工.....	213
19.17 渠进口导堤混凝土浇筑柔性拉模施工.....	215
20 工程主要设计变更	217
20.1 调整建基面地质参数.....	217
20.2 南干电站右岸坝肩连接段增设副帷幕.....	218
20.3 南干电站尾水渠增设退水节制闸.....	219
20.4 优化河床电站主房屋面结构.....	219
20.5 优化电站结构设计.....	220
20.6 优化泄洪闸消力设计.....	220
20.7 采用纤维抗磨混凝土.....	220
20.8 调整宽缝混凝土填筑设计.....	220

第3篇 试验研究

21 地质勘察及试验研究	225
21.1 前言.....	225
21.2 可研阶段的工程地质勘察.....	226
21.3 1996 年可研（重编）阶段工程地质勘察	226
21.4 初步设计阶段工程地质勘察.....	229
21.5 技施阶段的工程地质勘察.....	234
21.6 坝址工程地质条件.....	239
21.7 综合工程措施.....	244
21.8 坝基极软岩勘探试验研究及工程实践小结.....	247
22 水工模型试验	251
22.1 前言.....	251
22.2 模型设计及验证.....	253
22.3 明渠导流水工模型.....	256
22.4 黄河干流截流水工模型试验.....	263
22.5 水工整体模型试验.....	271
22.6 枢纽优化方案泥沙模型试验.....	276
22.7 水工模型试验研究结论.....	284

第1篇

工程
建设
管理



1 工程概况

1.1 基本情况

黄河沙坡头水利枢纽工程，位于宁夏回族自治区中卫县境内黄河干流上，是黄河干流规划开发梯级电站之一，是以灌溉、发电为主，兼顾其他效益的综合利用水利工程。枢纽工程为径流式河床电站，控制灌溉面积 87.7 万亩。电站总装机容量 12.03 万 kW，设计年发电量 6.06 亿 kW·h。水库总库容 2600 万 m³，调节库容 950 万 m³，正常蓄水位 1240.5m，设计洪水标准为 50 年一遇，校核洪水标准为 500 年一遇，相应洪峰流量分别为 6550m³/s 和 7480m³/s。

1.1.1 工程布置与主要建筑物

本枢纽为大（2）型水利水电工程，主要建筑物为 3 级，设计地震烈度 8 度。枢纽布置从左到右依次为土石副坝、主副坝连接段、电站安装间、北干渠首电站、河床电站、隔墩坝段、泄洪闸、南干渠首电站、右坝肩坝段。主坝为混凝土闸坝，长 340.55m，最大坝高 37.6m；副坝为土石坝，最大坝高 14.9m，主副坝总长 868.25m。

河床电站总长 102.8m，设 4 个坝段。安装 4 台灯泡贯流式水轮发电机组，总装机容量 11.6 万 kW，单机容量 2.9 万 kW。水轮机直径 6.85m。每个电站坝段均设有排砂底孔。

泄洪闸总长 115m，布置 6 孔泄洪闸，单孔净宽 14m。工作门采用表孔弧形闸门，弧形工作闸门由液压启闭机起动。在闸室的上、下游侧各设一道叠梁检修门。

土石副坝长 519.7m，坝体为砂砾石填筑的均质坝，塑性混凝土心墙接土工布防渗，坝顶宽度 10m，上下游坝坡采用砌石护坡。

渠首电站南、北干渠设计流量分别为 12m³/s 和 54m³/s，均设渠首电站。南、北干渠渠首电站分别安装轴伸式和灯泡式贯流机组，装机容量 0.12 万 kW 和 0.31 万 kW。

1.1.2 主要设计工程量

枢纽工程土石方开挖总量 332 万 m³，混凝土及钢筋混凝土 45.5 万 m³，钢筋制安 1.6 万 t，各种闸门 39 套，各类启闭机 14 台，金属结构 4976t，固结灌浆 24470m，帷幕灌浆 6150m。

1.1.3 建设资金

沙坡头水利枢纽工程初步设计，概算静态投资 11.11 亿元，批复概算总投资 11.97 亿元。项目资金来源为：资本金 4.02 亿元。其中中央水利基建投资 2.68 亿元，自治区政府筹集 0.42 亿元，股东资本金 0.92 亿元，国家开发银行贷款 7.95 亿元。

1.1.4 工程建设任务

工程建成后,卫宁灌区将改有坝引水为无坝引水,提高灌区灌溉保证率。年减少引用黄河水量5亿 m^3 ,净耗水量减少1.6亿 m^3 ,为灌区节水改造和计划用水创造必要条件。同时沙坡头电站还可为宁夏电网提供电力6亿 $\text{kW}\cdot\text{h}$,并对合理开发利用黄河水资源、改善区域生态环境、促进经济和社会可持续发展具有重要作用。

1.2 规划和工程立项

1958年,宁夏水利局银川水利分局根据《黄河综合利用规划技术经济报告》确定的梯级开发任务,委托西安交通大学水利系、西北水电勘测设计院进行地质勘探和工程规划工作。

1979年,宁夏水利水电勘测设计院(以下简称“宁夏院”)继续对工程进行了大量地质勘探和规划设计工作,并于1989年5月提交《黄河沙坡头水利枢纽可行性研究报告》。同年8月该可行性研究报告通过水利部水利水电规划设计总院(以下简称“水规总院”)的审查,认为该工程技术可行、经济合理,同意枢纽开发方案。1990年1月水利部正式批复同意立项并上报国家发展计划委员会。

1994年11月,宁夏院在1989年编制的可研报告的基础上,对枢纽布置、施工导流方案及主要建筑物形式、尺寸作了进一步技术论证。

1995年,沙坡头水利枢纽工程被水利部推荐作为1996~1998年度利用亚洲开发银行贷款的备选项目。

由于历时多年,原编可研报告的工程估算投资已不适应当前情况,随着设计工作的深入,工程规模和枢纽建筑物的形式、尺寸已有较大变化。1996年2月,宁夏回族自治区水利厅委托水利部天津水利水电勘测设计研究院(以下简称“天津院”)在宁夏院的配合下进行可研报告的重编工作。《黄河沙坡头水利枢纽可行性研究报告》(重编)于1997年5月完成。

1997年4月,根据国家计划委员会、水利部、人民银行总行及亚洲银行的要求,经宁夏回族自治区政府同意,成立宁夏沙坡头水利枢纽有限责任公司,负责沙坡头工程的前期工作,区计委副主任李锦平任董事长。

1999年9月,工程经国务院批准立项。同年12月,宁夏回族自治区水利厅成立“沙坡头水利枢纽工程前期工作办公室”,组织可行性和初步设计阶段的勘测、设计、审查及工程开工前的各项准备工作。

2000年1月,完成《黄河沙坡头水利枢纽及灌区节水改造工程可行性研究报告》及附件《黄河沙坡头水利枢纽可行性研究报告》(修订)的编制。2000年10月,完成《黄河沙坡头水利枢纽初步设计施工导流专题报告》的编制。2001年3月,《黄河沙坡头水利枢纽初步设计报告》编制完成。这些报告的编制完成,为工程的立项和开工建设创造了必要的条件。

2000年9月28日,作为项目法人重新组建的宁夏沙坡头水利枢纽有限责任公司成立,宁夏回族自治区水利厅厅长肖云刚任董事长。