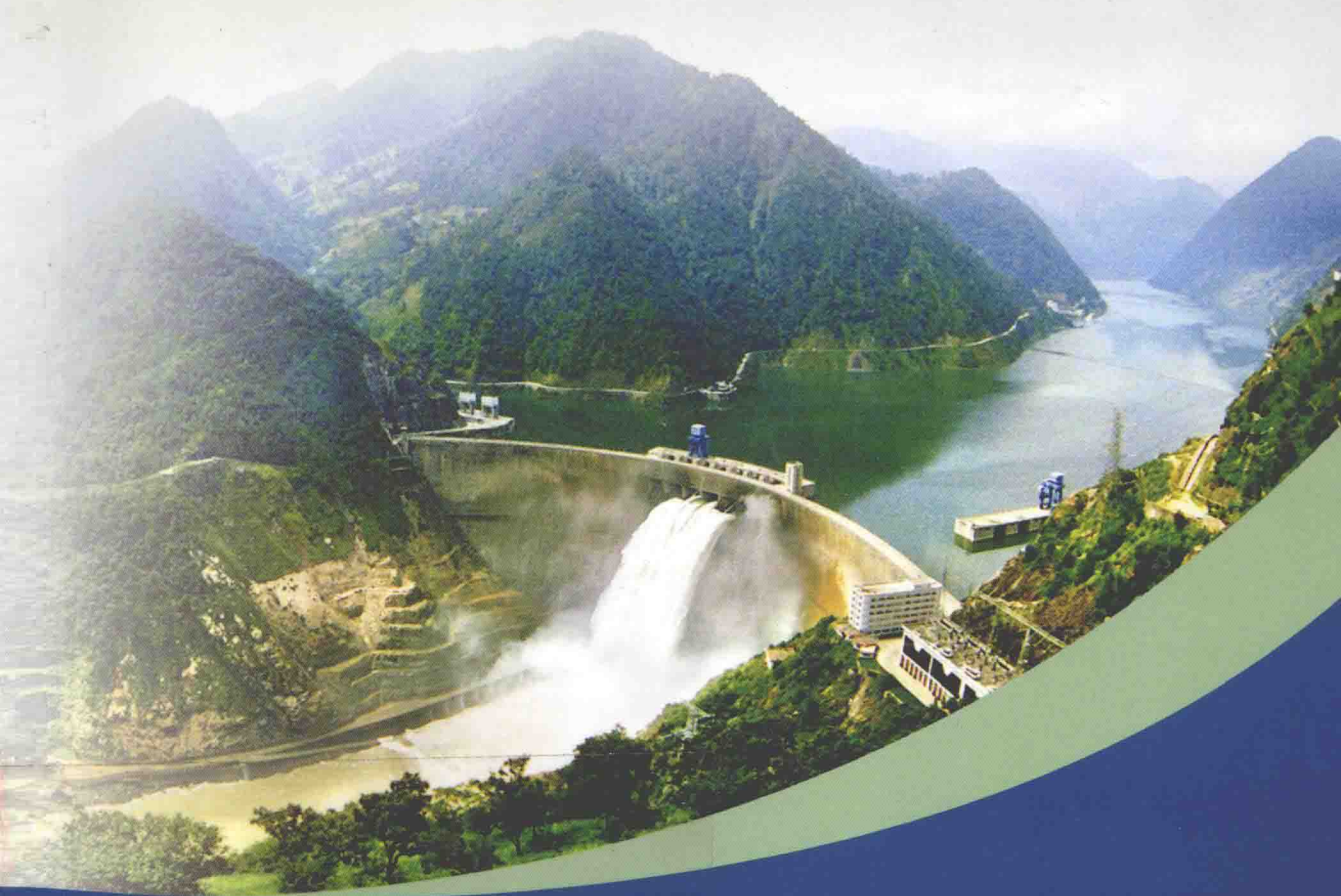


中国大坝协会系列丛书

水库大坝建设与管理中的技术进展

——中国大坝协会 2012 学术年会论文集

主编 贾金生 陈云华



黄河水利出版社

水库大坝建设与管理中的 技术进展

——中国大坝协会 2012 学术年会论文集

主 编 贾金生 陈云华

黄河水利出版社

· 郑 州 ·

图书在版编目(CIP)数据

水库大坝建设与管理中的技术进展:中国大坝协会
2012 学术年会论文集/贾金生,陈云华主编. —郑州:黄河
水利出版社,2012. 9

ISBN 978 - 7 - 5509 - 0357 - 9

I. ①水… II. ①贾… ②陈… III. ①水库 - 大坝 - 水
利工程中国 - 2012 - 学术会议 - 文集 IV. ①TV698.2 - 53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 218560 号

出版社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市顺河路黄委会综合楼 14 层 邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371 - 66026940,66020550,66028024,66022620(传真)

E-mail:hhslebs@126.com

承印单位:河南省瑞光印务股份有限公司

开本:787 mm × 1 092 mm 1/16

印张:27.5

字数:636 千字

印数:1—1 000

版次:2012 年 9 月第 1 版

印次:2012 年 9 月第 1 次印刷

定价:98 元

主办单位:中国大坝协会

承办单位:二滩水电开发有限责任公司

协办单位:中国水利水电科学研究院

四川省水利厅

中国华能集团公司

中国大唐集团公司

中国电力投资集团公司

中国长江三峡集团公司

中国水电工程顾问集团公司

中国南方电网调峰调频发电公司

华能四川水电有限公司

中国华电集团四川公司

国电大渡河流域水电开发有限公司

华能澜沧江水电有限公司

中国水利水电第七工程局有限公司

中国水利水电第八工程局有限公司

四川大学水利水电学院

中国大坝协会 2012 学术年会组织机构

组织委员会

主 席：

汪恕诚 水利部原部长、中国大坝协会理事长

副主席：

晏志勇 中国电力建设集团公司副董事长、中国大坝协会副理事长

匡尚富 中国水利水电科学研究院院长、中国大坝协会副理事长

陈云华 二滩水电开发有限责任公司总经理

陈 飞 中国长江三峡集团公司总经理

孙继昌 水利部建设与管理司司长、中国大坝协会常务理事

委 员(按姓氏笔画排序)：

史立山 国家能源局可再生能源司副司长、中国大坝协会常务理事

张丽英 国家电网公司总经理助理、中国大坝协会副理事长

张晓鲁 中国电力投资集团公司副总经理、中国大坝协会副理事长

孙洪水 中国水利水电建设集团公司总经理、中国大坝协会副理事长

申茂夏 中国水利水电第七工程局有限公司总经理

朱素华 中国水利水电第八工程局有限公司执行董事兼总经理

杨 淳 长江水利委员会副主任、中国大坝协会副理事长

严 军 国电大渡河流域水电开发有限公司副总经理

周建平 中国水电工程顾问集团公司副总经理、中国大坝协会副秘书长

郑爱武 华能澜沧江水电有限公司副总经理

胡 云 四川省水利厅副厅长

晏新春 中国华能集团公司基建部副主任

高福友 华能四川水电有限公司主任

程念高 中国华电集团公司副总经理、中国大坝协会副理事长

廖义伟 黄河水利委员会副主任、中国大坝协会副理事长

顾问委员会

主席：

陆佑楣 中国工程院院士、中国大坝协会荣誉理事长

副主席：

矫勇 水利部副部长、中国大坝协会副理事长

张野 国务院南水北调办公室副主任、中国大坝协会副理事长

曹广晶 中国长江三峡集团公司董事长

委员(按姓氏笔画排序)：

马洪琪 中国工程院院士、中国大坝协会常务理事

王浩 中国工程院院士、中国大坝协会常务理事

王琳 中国大唐集团公司副总经理

王雄志 华能四川水电有限公司副总经理

付兴友 国电大渡河流域水电开发有限公司总经理

朱伯芳 中国工程院院士、中国大坝协会常务理事

李菊根 中国水力发电工程学会常务副理事长兼秘书长

刘炎生 中国水利水电第八工程局有限公司咨询

吴中如 中国工程院院士、中国大坝协会常务理事

张建云 中国工程院院士、中国大坝协会副理事长

张超然 中国工程院院士、中国大坝协会常务理事

张楚汉 中国科学院院士、中国大坝协会常务理事

陈厚群 中国工程院院士、中国大坝协会常务理事

陈祖煜 中国科学院院士、中国大坝协会常务理事

杨清廷 中国华电集团公司总经理助理

林皋 中国科学院院士、中国大坝协会常务理事

郑守仁 中国工程院院士、中国大坝协会常务理事

钟登华 中国工程院院士、中国大坝协会理事

寇伟 中国华能集团公司副总经理、中国大坝协会副理事长

谭靖夷 中国工程院院士、中国大坝协会常务理事

技术委员会

主 席：

高安泽 水利部原总工程师、中国大坝协会副理事长

副主席：

周大兵 中国水力发电工程学会名誉理事长、中国大坝协会副理事长

岳 曦 武警水电指挥部主任

林初学 中国长江三峡集团公司副总经理、中国大坝协会副理事长

贾金生 中国水利水电科学研究院副院长、国际大坝委员会荣誉主席、
中国大坝协会副理事长兼秘书长

刘志广 水利部国际合作与科技司副司长、中国大坝协会常务理事

吴世勇 二滩水电开发有限责任公司副总经理

委 员(按姓氏笔画排序)：

王柏乐 中国水电工程顾问集团公司设计大师

艾永平 华能澜沧江水电有限公司总工、中国大坝协会理事

刘志明 水利部水利水电规划设计总院副院长、中国大坝协会副理事长

曲 波 中国大唐集团公司总工程师、中国大坝协会副理事长

向 建 中国水利水电第七工程局有限公司总工程师、中国大坝协会理事

张国新 中国水利水电科学研究院结构材料研究所所长、中国大坝协会副秘书长

张宗富 中国国电集团公司副总工、中国大坝协会副理事长

吴晓铭 国电大渡河流域水电开发有限公司代理总工程师

陈洪斌 中国水利电力对外公司党委书记、中国大坝协会副秘书长

陈 涛 中国南方电网调峰调频发电公司副总经理

初曰亭 大唐四川分公司党组副书记

杜鹏侠 华能四川水电有限公司副主任

林 鹏 中国华能集团公司基建部副处长、中国大坝协会理事

郭 军 中国水利水电科学研究院副总工程师、中国大坝协会理事

徐泽平 中国水利水电科学研究院教高、中国大坝协会副秘书长

高季章 中国水利水电科学研究院原院长、中国大坝协会常务理事

涂怀健 中国水利水电第八工程局有限公司总工程师、中国大坝协会理事

梁 军 四川省水利厅总工程师

温续余 水利水电规划设计总院副总工、中国大坝协会副秘书长

序 言

水库大坝建设和水利水电发展是我国“十二五”规划的重要组成部分。水库大坝在当今我国工业化、城镇化、现代化不断加快和深入的进程中,起着不可替代的作用,是支撑经济社会发展、调节气候变化的影响、保障防洪安全、供水安全、能源安全、粮食安全和生态安全的重要基础设施。为了总结和回顾重大水利水电工程的建设管理经验,讨论坝工界关注的大坝安全管理、新的筑坝技术等内容,中国大坝协会定于今年10月在成都召开2012学术年会暨第一届理事会第六次会议。

本次学术年会的主题是:水库大坝建设和管理中的技术进展。在各专家、学者及有关单位的大力支持下,经过专家评审,结集了55篇论文正式出版。在此,我谨代表中国大坝协会对大家的支持与配合表示衷心的感谢!

论文集主要涉及以下几个方面:

- (1) 水库大坝综合问题探讨;
- (2) 高坝工程建设关键技术;
- (3) 水库大坝风险分析、除险加固和安全运行;
- (4) 水利水电工程施工及新技术、新产品。

展望21世纪的未来发展,我国水库大坝还面临极为艰巨的建设任务和管理工作,因此需要在积极应对经济社会发展提出的新的要求的同时,积极探讨新的技术、新的结构、新的材料、新的工艺,尤其是要积极吸取数字化、智能化发展成果,全面提升水库大坝的建设水平和管理水平。希望本论文集为研讨会成功召开奠定良好的基础。

这次会议由二滩水电开发有限责任公司承办,同时得到了中国水利水电科学研究院、四川省水利厅、中国华能集团公司、中国大唐集团公司、中国电力投资集团公司、中国水电工程顾问集团公司、中国南方电网调峰调频发电公司、华能四川水电公司、中国华电集团四川水电公司、国电大渡河流域水电开发有限公司、中国水利水电第七工程局有限公司和第八工程局有限公司等单位的大力支持,在此一并表示感谢!

中国大坝协会理事长

水利部原部长

中国大坝协会2012学术年会组委会主席



2012年9月于北京

目 录

序 言

汪恕诚

第一篇 水库大坝综合问题探讨

- 将核电站反应堆置于地下 陆佑楣(3)
- 关于水电回报率与经济社会发展协调性及发展理念探讨
..... 贾金生 徐 耀 马 静等(8)
- 我国高坝大库建设及运行安全问题探讨 郑守仁(14)
- 水电工程建设管理问题与思考 晏志勇 周建平 杜效鹤(24)
- 和谐理念下的大渡河水电开发关键技术问题前期论证与研究 段 斌 陈 刚(30)
- 水库泥沙资源利用与河流健康 江思惠 曹永涛 李军华(38)

第二篇 高坝工程建设关键技术

- 雅砻江流域水能资源开发进展 吴世勇 曹 薇 申满斌(47)
- 高坝工程风险分析与应对措施 周建平 杜效鹤(54)
- 中国高面板坝的技术创新与发展 关志诚(60)
- 溪洛渡高拱坝混凝土温控防裂理论与实践 周绍武 洪文浩 李炳锋等(66)
- 三峡水库库区蒸发损失水量估算 孙志禹 刘晓志 李 翀(76)
- “数字大坝”朝“智能大坝”的转变—高坝温控防裂研究进展
..... 张国新 刘有志 刘 毅(81)
- 中国混凝土面板堆石坝的技术进步 邴能惠 杨泽艳(92)
- 锦屏一级拱坝建设关键技术问题 王继敏 段绍辉 郑 江(103)
- 积石峡面板坝实测沉降分析与研究 苏晓军 权 全 张 雷等(114)
- 我国水工技术发展展望 杨泽艳 赵全胜 方光达(120)
- 高拱坝建基岩体松弛卸荷的不利影响及其对策措施 方光达 党林才(128)
- 溪洛渡拱坝混凝土温度控制与防裂施工 于永军(136)
- 小浪底水电站堆石料流变特性试验研究 张 雯 李海芳 葛克水等(141)
- 组合骨料在锦屏一级水电站高拱坝混凝土中的应用 李光伟(147)
- 构皮滩高拱坝温度控制设计和实践 袁建华 杨学红(151)
- 构皮滩水电站大坝混凝土施工仿真研究 杨学红 袁建华 杨谢芸(158)
- 构皮滩水电站拱坝设计 胡中平 曹去修 王志宏(166)
- 小湾料场 200 m 深竖井结构设计与运行管理 朱红敏(173)
- 猴子岩面板堆石坝关键技术问题及建设进展 朱永国 张 岩(178)

第三篇 水库大坝风险分析、除险加固和安全运行

国内外水库工程洪水标准比较	刘志明(187)
安康水电站表孔消力池底板修复处理工程混凝土拆除爆破施工技术研究	田启超(195)
洪家渡高面板堆石坝安全监测技术的应用	刘兴举(200)
漫湾水电站水垫塘水下补强加固	简树明 郭俊 褚彩菊等(215)
基于风险管理的贵州乌江东风水电站大坝中孔处理方案研究	张翔宇 杨松(222)
多层次模糊综合分析法在小型水库风险评估中的应用	马婧 李守义 杨杰等(232)
含软弱结构面重力坝坝基稳定与破坏机理研究	董建华 张林 陈媛等(238)
变化环境下的洪水预报理论与方法	严忠祥 潘华海 郝春津等(245)

第四篇 水利水电工程施工及新技术、新产品

胶凝砂砾石坝配合比设计及防渗保护层研究	贾金生 马锋玲 冯炜等(253)
桐子林水电站框格式地下连续墙三维非线性有限元分析	吴世勇 陈秀铜 姚雷(259)
CFRD 混凝土结构施工的几项特殊工艺介绍	向建(267)
寒冷地区抽水蓄能电站蓄水库沥青混凝土衬砌防渗的关键问题	郝巨涛 夏世法 刘增宏等(273)
基于分布式光纤的特高拱坝实际温度状态实时监测及反馈	汪志林 周绍武 周宜红等(282)
高碾压混凝土坝施工关键技术及应用	戴志清(293)
藏木水电站掺石灰石粉混凝土的温控防裂研究与应用	刘俊 李红叶 黄玮等(298)
冲击弹性波技术在大体积混凝土无损检测中的应用	吕小彬 鲁一晖 王荣鲁等(306)
大体积混凝土冷却通水数据自动化采集系统研制与应用	谭恺炎 陈军琪 马金刚等(314)
二滩水电站水电塘抗冲磨修补研究	万雄卫 徐盈 肖皓等(321)
磷渣粉在沙沱水电站大坝碾压混凝土中的研究及应用	林育强 郭定明 郭少臣等(326)
沙沱水电站 5 号坝段抗滑体高精度爆破施工分析	郑寰 祝熙男(333)
四级配碾压混凝土的性能及施工质量控制	范雄安 林育强 李家正等(340)
拉拉山水电站混凝土表面气泡产生的原因分析及处理方法探索	贾高峰 李朋雨 张廷红(346)
浅谈枕头坝一级水电站深覆盖层防渗墙施工技术探索	徐晓峰 鲁顺 王涛旭(350)
苏只电站厂房工程施工中承重支承的运用	赵付鹏 李海龙 刘博(355)
单掺火山灰碾压混凝土配合比试验与研究	侯彬(360)

严寒地区克孜加尔水利枢纽沥青混凝土心墙施工期工作性态分析与研究	周富强 田伟 孟波等(369)
低稠度环氧灌浆技术在漫湾水电站机组尾水肘管钢衬空鼓处理中的运用	郭俊 赵盛杰(375)
水电站大坝混凝土面板脱空检测技术	付军 张亚军 王阳(379)
化学灌浆材料性能的工程适应性研究与应用	陈小能(384)
ZigBee 和 WLAN 混合异构网络在锦屏大坝温控试验线的应用研究	华涛 蓝彦 李桂平等(392)
附 录 我国与世界水库大坝统计	贾金生 袁玉兰 赵春等(397)

第一篇

水库大坝综合问题探讨



将核电站反应堆置于地下

陆佑楣

(中国长江三峡集团公司,湖北 宜昌 443002)

日本福岛核电站核泄漏事故是因地震、海啸导致电站失电、循环泵停运、堆心融化而引起的,如果把核电站的反应堆置于山体(即地下),因岩体和钢筋混凝土是良好的抗辐射介质,若发生核泄漏,可将其封闭在地下硐室内,起到防止核泄漏扩散的目的。

地下核电站的总体布置为:核岛部分(安全壳及其相伴的安全厂房)置于地下(山体内部),常规岛(汽轮发电机)置于地面,核岛产生的高温高压蒸汽管道可通过隧道输向常规岛(属分体布置形式)。如果山体地质条件允许,也可把常规岛部分一并置于地下,视综合效益而定。地下核电站安全壳设想示意图见图1。

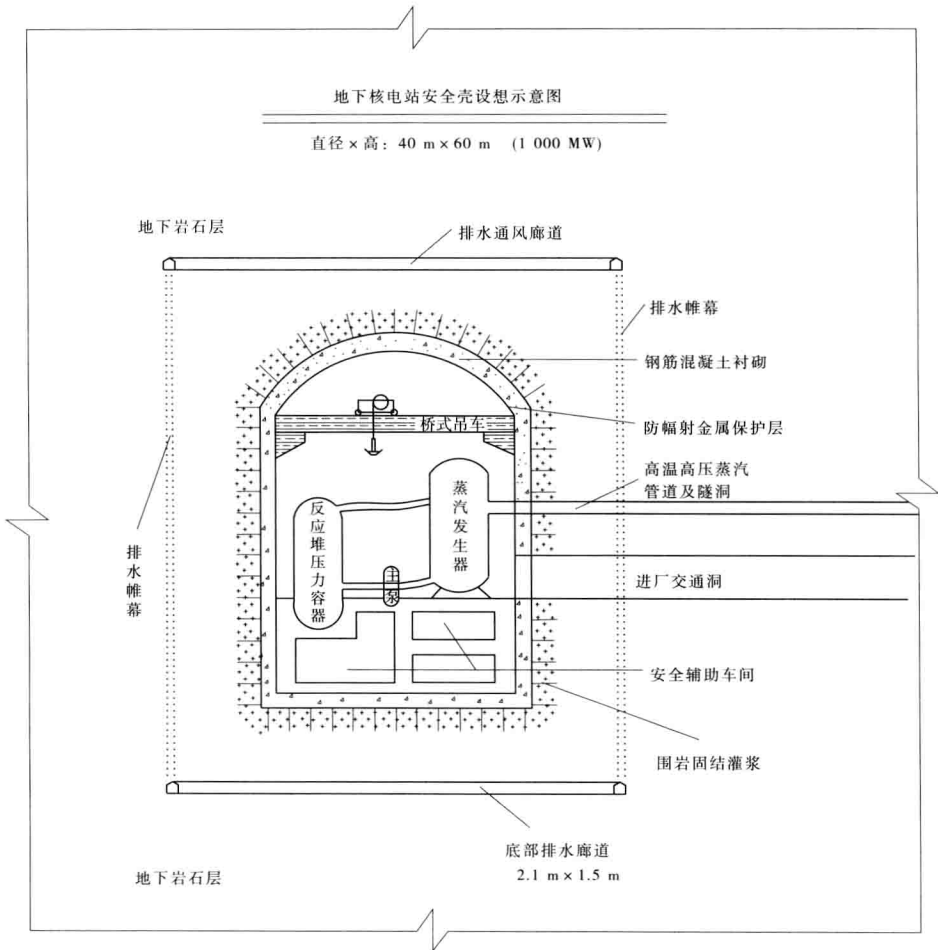


图1 地下核电站安全壳设想示意图

1 地下厂房工程实例

由于当今水电站的厂房大部分置于地下,因此联想将核电站置于地下的可行性。以下列举几个地下水电站实例:

(1)长江三峡水电站有6台70万kW总计420万kW的发电厂置于大坝右岸的地下(山体内),厂房跨度32.6m,长度311.3m,开挖高度87.24m,现已有3台投入运行,计划2012年6台机组全部投产(见图2、图3)。

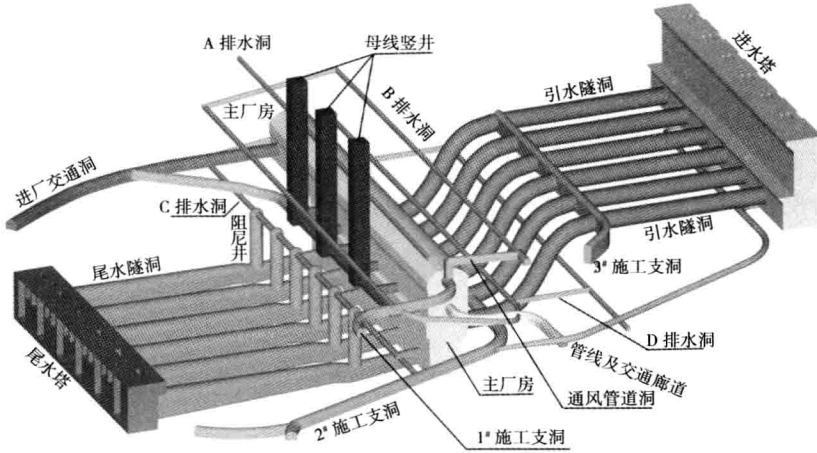


图2 三峡地下电站主体部分三维效果图

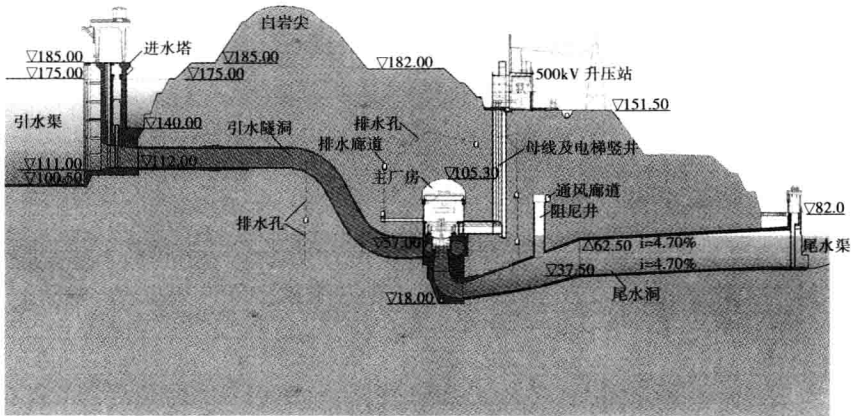


图3 三峡地下电站输水管路纵剖面图

(2)金沙江向家坝水电站有4台80万kW总计320万kW的发电厂置于右岸山体内,厂房跨度33.4m,长度255.4m,开挖高度88.2m,现已开始机组安装,计划于2012年分批投产运行(见图4)。

(3)金沙江溪洛渡水电站左右岸各有9台(共18台)77万kW总计1386万kW的发电厂全部置于山体内,厂房跨度31.9m,长度444m,开挖高度75.6m。厂房开挖及土建工程已全部完成,现正进行机组安装,计划于2013年分批投产运行(见图5)。

(4)澜沧江小湾水电站右岸有6台70万kW总计420万kW的发电厂全部置于山体

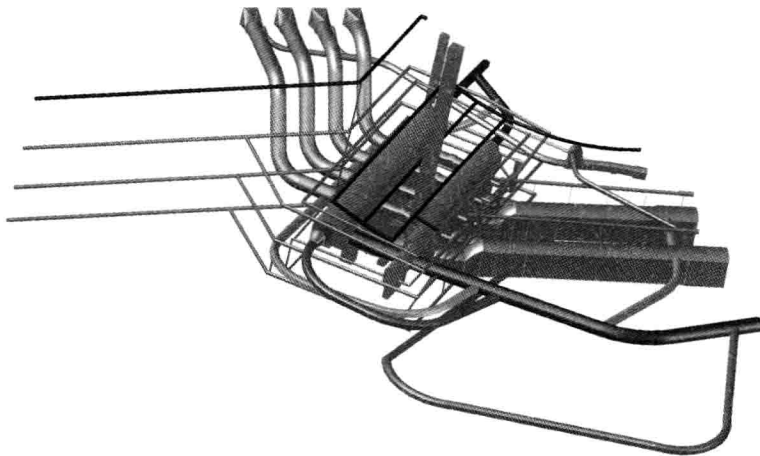


图4 向家坝水电站右岸地下厂房系统三维效果图

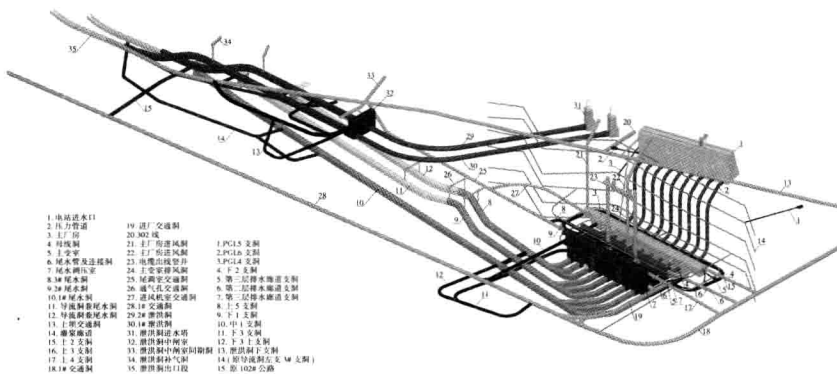


图5 溪洛渡水电站左岸地下厂房系统及泄洪洞三维效果图

内,厂房跨度 29.5 m,长度 326 m,开挖高度 65.6 m,2010 年已全部投产运行。

(5)雅砻江二滩水电站左岸有 6 台 55 万 kW 总计 330 万 kW 的发电厂全部置于山体内,厂房跨度 25.5 m,长度 280.29 m,开挖高度 65.38 m,2000 年已全部投产运行。

(6)正在做前期工作的金沙江白鹤滩水电站设计有左右岸各 7 台共 14 台 100 万 kW (总计 1 400 万 kW)的发电厂全部置于山体内(见图 6)。

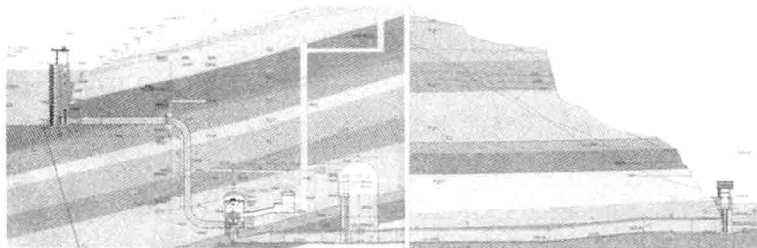


图6 白鹤滩水电站左岸引水发电系统纵剖面图

还有很多已建、在建、和设计过程中的水电站把发电厂房布置在山体内(地下),主要原因是水电站大都位于深山峡谷中,大坝(挡水建筑物)占据了主河道,坝体内要留出泄洪孔的位置,很难再为发电厂房留出空间,转而设计于山体内(地下)。这也是国内(特别是西部

山区)大部分水电站基本的设计模式,是安全经济的选择。地下发电厂房在长期的建设实践中积累了丰富的地下工程施工经验,在技术上具有完全的可操作性。

2 可行性分析

2.1 造价

表 1 为已建和在建部分水电站地下厂房的基本参数和造价情况。

表 1 部分水电站地下厂房基本参数和造价

水电站名称	地下厂房装机总量(万 kW)	主厂房尺寸宽×高×长(m×m×m)	洞挖方量(万 m ³)	地下厂房造价(亿元)			水电站总投资(含移民/亿元)
				机电设备及安装	土建工程	合计	
三峡水电站	420	32.6×87.3×311.3	153	34.5	11.3	45.8	1 800
向家坝水电站	320	33.4×88.2×255.4	156	21.9	13.6	35.5	434.24
溪洛渡水电站	1 386	31.9×75.6×444	791	71.2	48	119.2	503.4
小湾水电站	420	30.6×82.0×298.1	222	20.5	17	37.5	429
二滩水电站	330	25.5×65.38×280.29	295.7	26.2	44.8	71	279.1

(1)地下厂房造价在水电站总投资(含大坝主体工程、移民等)中所占比重较小,溪洛渡水电站为 23.68%;小湾水电站为 8.7%;二滩水电站为 16%(以上 3 个水电站的发电厂房均为地下厂房)。

(2)地下厂房造价中,硐室开挖、混凝土工程、支护、灌浆等土建工程造价会受水电站所处地理位置、地形地质条件、物价水平等因素影响,其在地下厂房总造价中所占比重在 40%~60%。2000 年投产的二滩水电站地下厂房土建工程造价占总造价的 63%,2010 年投产的小湾水电站为 45.3%;而将于 2012 年蓄水发电的向家坝水电站地下厂房土建工程造价占总造价的比重下降为 38%,将于 2013 年蓄水发电的溪洛渡水电站也仅有 40%;三峡水电站地下厂房土建工程造价占总造价的比重较小,为 25%。

(3)地下厂房硐室单位体积土建工程造价在 0.06 亿~0.15 亿元/万 m³。二滩水电站单位体积土建工程造价约为 0.152 亿元/万 m³、三峡水电站约为 0.074 亿元/万 m³、向家坝水电站约为 0.087 亿元/万 m³、溪洛渡水电站约为 0.060 亿元/万 m³、小湾水电站约为 0.077 亿元/万 m³。

2.2 岩体结构安全性

通过详细的地质勘探、选择良好的岩体、避开岩体内较大的断层、裂隙和软弱带,并设计良好的厂房体型,地下硐室的围岩应力是很小的。同时,核电站的核岛(安全壳)无论是二代还是三代 EPR 或 AP1000 都是直径 40 m 左右的圆筒形结构,对降低围岩应力极为有利。

2.3 抗(地)震性能

事实证明,地下建筑物的抗震性能远优于地面建筑物,已建和在建水电站的地下厂房抗