



利用覆盖层建坝的 实践与发展

中国水力发电工程学会水工及水电站建筑物专业委员会 编



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn



利用覆盖层建坝的 实践与发展

中国水力发电工程学会水工及水电站建筑物专业委员会 编

水利部成都勘测设计研究院编

北京人民水利出版社

内 容 提 要

本书为中国水力发电工程学会水工及水电站建筑物专委会委员大会论文集，共46篇。从总体上看，本书是一本涉及坝工设计、岩土工程以及施工技术等的跨学科论文集；从专业角度看，本书涉及水工建筑物布置、结构分析、渗流控制、施工方法等诸方面的内容；尤其是本论文集提供的工程实例，具有较强的指导和借鉴意义。特别是本书还收集了部分论文对“5.12”汶川大地震后四川境内一些具有代表性的闸坝工程进行了剖析和研究，提出了新应急机制的建设意见和建议。

本书可供水利水电、地质、建筑工程、建设管理、安全监测等有关部门的规划、设计、施工、管理人员阅读，也可供相关专业的高校及科研单位的工作人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

利用覆盖层建坝的实践与发展/中国水力发电工程学会水工及水电站建筑物专业委员会编. —北京: 中国水利水电出版社, 2009

ISBN 978-7-5084-6354-4

I. 利… II. 中… III. 水工建筑物-覆盖层灌溉-文集
IV. TV543-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 035122 号

书 名	利用覆盖层建坝的实践与发展
作 者	中国水力发电工程学会水工及水电站建筑物专业委员会 编
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 电话: (010) 63202266(总机)、68367658(营销中心)
经 售	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微机排版中心
印 刷	北京市地矿印刷厂
规 格	184mm×260mm 16 开本 23.75 印张 563 千字
版 次	2009 年 3 月第 1 版 2009 年 3 月第 1 次印刷
印 数	0001—1000 册
定 价	79.00 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

《利用覆盖层建坝的实践与发展》

编审委员会

主 编：党林才 刘荣丽 王仁坤

审 稿：刘荣丽 杜小凯 方光达 严永璞

胡晓红 胡克让 刘吉祥 陈安荣

肖富仁 胡永胜

中国水力发电工程学会水工及水电站建筑物专业委员会
第六届委员会

主任委员：王柏乐

副主任委员：（按姓氏笔画排序）

王 琪	王义峰	任青文	张书军
李文谱	李正平	宗敦峰	林 鹏
范 灵	党林才	贾金生	

秘 书 长：党林才

副 秘 书 长：鲁一暉 陈观福

委 员：（按姓氏笔画排序）

马吉明	毛文然	王义锋	王仁坤	王治明
韦晓明	冯树荣	叶发明	孙 役	任旭华
任继礼	朱俊高	邱彬如	陈 进	严 军
何世海	吴 波	吴树延	张社荣	张秀崧
张国新	张 林	张 剑	张超然	李光鹏
李守义	沈继华	肖贡元	邹丽春	陆采荣
杨建东	周云虎	周启明	林可翼	林 皋
胡贵良	秦 湘	翁义孟	黄建添	黄 辉
董汉生	窦铁生	戴会超	籍 东	

秘 书：刘荣丽

序

新一届中国水力发电工程学会水工及水电站建筑物专委会成立一年多了，为了迎接新一届专委会第一次委员大会的召开，我们以论文集《利用覆盖层建坝的实践与发展》献给各位业内人士。

水工技术领域的论文集多以围绕大坝、引水系统或发电厂房的建设经验汇编，各学术刊物上此类文章也频频可见。《利用覆盖层建坝的实践与发展》则是一本涉及坝工设计、岩土工程以及施工技术的跨学科论文集。从专业角度看，本书涉及水工建筑物布置、结构分析、渗流控制、施工方法等诸方面的内容，值得各有关方面专业人士借鉴和参考。在“西部大开发”和“西电东送”战略的指导下，西部水电建设取得了突飞猛进的发展，我国水电建设者在解决深厚覆盖层建坝关键技术方面也取得了丰富的经验，在某些方面则已经迈入了该技术领域世界先进的行列。论文集收集的文章分别从不同的角度论述了这些成果，并对今后该领域技术的发展提出了看法。

大坝及其覆盖层基础是一个整体结构，随着计算机技术及相应计算软件的发展，对大坝及其覆盖层基础进行统一的应力变形计算以及渗控分析已经不是一个难题；基础处理施工机械和施工技术的提高，也为深厚覆盖层的处理提供了可能，覆盖层处理深度也越来越大。如：工程中常用的混凝土防渗墙深度已经突破了100m，相应覆盖层上建成的混凝土面板堆石坝也突破了100m。与岩土工程领域其他工程存在的局限性相类似，覆盖层上筑坝技术仍然存在一定的经验性，或者称之为理论与经验相结合的筑坝技术。为此，需要我们持续努力做到在覆盖层建坝的理论方面继续有所突破，同时也更体现

出本论文集所提供工程实例的宝贵之处。

中国水力发电工程学会水工及水电站建筑物专委会为水电建设者们提供了一个技术交流的平台，它在中国水力发电工程学会指导下开展活动。随着中国水电建设黄金季节的到来，中国水力发电工程学会水工及水电站建筑物专委会也将迎来它的黄金时代。借此机会，我们衷心感谢论文集各位作者对专委会的支持，并热忱欢迎各位委员对专委会工作提出宝贵的意见。

王柏乐

2009年2月

前 言

自 20 世纪以来，国内外在覆盖层上已成功修建了土心墙堆石坝、沥青混凝土心墙堆石坝、混凝土面板堆石坝、闸坝、混凝土重力坝、拱坝等各种类型的大坝。因这种建坝方式可以不挖或少挖覆盖层，具有投资省、工期短的优势；在人们日益重视环境保护的今天，减少大量开挖和弃渣，还可大大减轻环境保护和水土保持的压力；同时，也降低了深基坑开挖带来的施工难度和风险。但由于深厚覆盖层物质组成复杂，勘探难度大、精度有限，作为大坝地基的适应性论证难度较大等因素，也使利用覆盖层建坝存在着不同程度的限制条件和技术难度。

为此，工程设计人员、建设人员以及科研人员等长期以来对利用覆盖层建坝的各项技术进行了深入研究和大量实践，已取得了不少成就。随着我国水电建设进程的不断深入，今后将不可避免地碰到更多深厚覆盖层上的建坝问题，如在大渡河干支流、金沙江中上游、怒江中上游、西藏和新疆地区等河流上建坝均存在深厚覆盖层问题，解决好该问题，任重而道远。

中国水力发电工程学会水工及水电站建筑物专委会，作为全国性学术团体，针对上述工程技术问题，组织了以“利用覆盖层建坝”为主题的论文征集和技术交流活动，以期从设计、科研、施工、安全监测、建设管理等不同角度，对覆盖层上建坝的研究成果和成功经验进行总结和交流，对有待进一步研究解决的共性和个性难点问题探讨，使利用覆盖层建坝技术的成功经验得到更好的推广和应用。

本次论文征集得到专委会各委员单位和稿件撰写人的积极响应和大力支持，共收到稿件 48 篇。专委会秘书组组织专家和编辑人员对稿件进行了逐篇审查，共选用稿件 46 篇，编辑成本书。在此，特向提供稿件的单位和个人，

向所有论文作者对专委会工作的支持表示感谢。

本专委会专业涉及面较广，本次交流和研讨选择了利用覆盖层建坝作为主题。以后广大会员和读者若有需要交流的好想法、好建议，诚请与我们联系，专委会将充分利用好这个交流平台，努力推进我国水电建设技术的不断发展。

党林才

2009年2月

目 录

序

前 言

利用覆盖层建坝的实践与发展·····	党林才	方光达	1			
河床冲积层上的那兰混凝土面板砂砾石坝设计研究与实施·····	李云	李娟	冯业林	14		
察汗乌苏水电站——趾板建在深覆盖层上的混凝土面板堆石坝设计 ·····	苗喆	李学强	王君利	24		
洮河九甸峡水利枢纽工程混凝土面板堆石坝设计·····	吕生奎	温续余	庞晓岚	35		
大渡河猴子岩水电站深厚覆盖层上修建高坝适应性研究·····	张顺高	窦向贤	41			
晓碛水电站砾石土心墙堆石坝基础处理设计·····	王平	48				
岷江上游覆盖层地基上的闸坝设计与震后思考·····	任久明	胡永胜	58			
仁宗海水库淤泥质壤土上的复合土工膜防渗堆石坝设计·····	李进	童建文	66			
多诺电站建在深厚覆盖层上的混凝土面板堆石坝设计·····	马耀	卢羽平	73			
狮子坪砾石土心墙堆石坝设计·····	陈磊	陈钰鑫	81			
建在深厚覆盖层上的泸定大坝·····	张琦	92				
双江口心墙堆石坝深厚覆盖层地基处理研究·····	李永红	张志伟	102			
大渡河龙头石水电站大坝基础砂层处理设计·····	刘志	朱万强	109			
四川省杂谷脑河狮子坪水电站深厚覆盖层坝基处理设计 ·····	窦向贤	庞家麟	陈钰鑫	116		
深覆盖层基础高面板坝的设计及坝体变形特性评价·····	徐建荣	121				
V形河谷深覆盖层上土石坝应力变形三维效应分析 ·····	朱俊高	褚福永	何顺宾	伍小玉	131	
覆盖层上沥青混凝土心墙堆石坝应力变形有限元分析 ·····	司政	陈尧隆	李守义	李炎隆	137	
小浪底水利枢纽工程斜心墙堆石坝深厚覆盖层处理设计与研究·····	严永璞	145				
双江口水电站厂坝区三维稳定渗流有限元分析 ·····	吴梦喜	杨连枝	余挺	李永红	姜媛媛	155
瀑布沟水电站大坝防渗体系设计·····	何兰	余学明	张鹏飞	163		
锦屏二级水电站拦河闸坝深覆盖基础设计·····	扈晓雯	171				
高土心墙堆石坝深厚覆盖层基础防渗处理设计·····	伍小玉	181				
深厚覆盖层上均质土坝混凝土防渗墙应力变形特性研究 ·····	李炎隆	李守义	王瑞骏	冯永彬	186	

黄金坪水电站深厚覆盖层坝基渗控方案研究·····	张丹 伍小玉	192
深厚覆盖层上高土石坝的防渗结构设计·····	刘荣丽	197
冶勒水电站沥青混凝土心墙堆石坝基础防渗处理设计·····	余学明 何顺宾	202
深厚覆盖层上闸坝基础防渗设计与基础处理·····	杨光伟 马耀 胡永胜	213
吉牛水电站深覆盖层闸基渗透稳定评价·····	李永红 姜媛媛	224
深厚覆盖层上闸坝坝基渗流场及渗控措施研究 ·····	谢红强 肖明砾 何江达 杨庆 黄桢	231
悬挂式防渗墙坝基渗流分析·····	吴梦喜 张连明 余进 姜媛媛	238
小浪底大坝混凝土防渗墙墙段连接技术·····	段世超 王勇	245
新疆下坂地水利枢纽工程坝基灌浆技术·····	曹雪然 葛字家 彭丽敏	250
小浪底大坝混凝土防渗墙质量检查·····	段世超 王勇	257
我国深厚覆盖层混凝土防渗墙技术的应用和发展·····	夏可风	263
沙湾水电站一期围堰补强防渗墙施工·····	韩伟	268
西藏阿里狮泉河水电站混凝土防渗墙施工·····	东义军	274
大渡河龙头石水电站大坝防渗墙施工·····	高小江 李会勇 洪岗辉	280
那兰水电站坝基工程地质勘察与冲积层利用研究·····	王自高 钱康	286
其宗水电站坝址河床深厚覆盖层勘察试验及工程地质特性研究·····	王昆 高健	294
深厚覆盖层勘探技术的探讨·····	曾鹏九 缪绪樟 易学文 刘晓波	306
深厚覆盖层下围堰基坑开挖稳定性非线性有限元分析 ·····	何江达 肖明砾 高希章 谢红强 周武平 高明军	312
含孔压间断面的饱和—非饱和渗流数值模拟·····	吴梦喜 丁留谦	319
深厚覆盖层坝基砂卵石料及砂层的动力阈值应变研究·····	迟世春 郭晚霞 邵磊	326
三维有限元动力分析在堆石坝砂层基础液化判别的应用·····	朱万强 胡永胜 刘志	340
岷江干流上游河段深厚覆盖层建坝的主要工程地质问题分析与评价 ·····	张运达 姚林林	352
原级配堆石料邓肯 E-B 模型参数反演研究·····	朱晟 冯树荣 严优丽	359

利用覆盖层建坝的实践与发展

党林才 方光达

(中国水电工程顾问集团公司 北京 100011)

【摘要】 利用覆盖层建坝,有其特有的经济优势、工期优势和环保优势,但也有其限制条件和技术难度。自20世纪以来,国内外在覆盖层上已成功建成了最大高度达160m的许多各种类型的大坝,目前覆盖层上在建的大坝最大高度已达240m,覆盖层防渗处理最大深度达130m。本文归纳和总结了覆盖层地基上各种坝型的建设经验,分析了深厚覆盖层上建坝的主要技术问题及处理措施,提出了深覆盖层渗流量监测的建议,以及需要进一步研究解决的有关问题。

【关键词】 覆盖层 大坝 技术问题 防渗处理

1 引言

利用覆盖层建坝,有时是为了节省投资和工期的需要,有时是环保的需要,而有时因为覆盖层太深,想完全挖除覆盖层而建坝几乎是不可能的。无论是哪种原因,利用覆盖层建坝的技术都一直是水利水电界孜孜以求想要解决好的重点技术问题。

我国在利用覆盖层建坝方面已取得了不小的成就,已经在覆盖层上修建了土心墙堆石坝、沥青混凝土心墙堆石坝、混凝土面板堆石坝、闸坝、混凝土重力坝、拱坝等各种类型的大坝。改革开放后,特别是21世纪以来,随着我国水利水电事业的发展,利用覆盖层建坝的技术得到了进一步提高。小浪底等一些100m以上的高坝已经运行,186m高的瀑布沟大坝已具备蓄水条件,一些建基于深厚覆盖层上的200m级高坝也正在建设或设计中。随着水利水电工程建设的进一步发展,近期和将来将更多遇到在深厚覆盖层上建坝的问题,如在大渡河干支流、金沙江中上游、怒江中上游、西藏和新疆的一些河流等均存在深厚覆盖层问题。总结归纳在覆盖层上建坝的设计、建设经验,覆盖层处理技术,并分析存在的主要技术问题、提出解决思路、研究解决措施,将对利用覆盖层建坝技术的发展起到有益的促进作用。

2 国外利用覆盖层建坝概况

20世纪,国外有许多在覆盖层上修建大坝的工程实例。前苏联在覆盖层修建的重力式溢流坝或闸坝工程实例较多,其中建于黏土上的普利亚文电站厂顶溢流混凝土坝,最高

达 58m, 这些工程坝基防渗多采用金属板桩, 最大深度达 20 余 m, 见表 1。

表 1 国外覆盖层上的混凝土坝工程

序号	工程名称	所在国家	建成年份	坝型, 最大坝高	坝基土层性质	覆盖层最大厚度	坝基防渗形式
1	伏尔加格勒	前苏联	1960	重力式溢流坝, 44m	砂, 细砂	12m	40cm 厚混凝土铺盖 + 金属板桩
2	沃特金	前苏联	1961	重力式溢流坝, 44.5m	粉细砂黏土	—	混凝土铺盖
3	凯拉库姆	前苏联	1956	厂顶溢流坝, 43.7m	黏土、砂土	—	金属板桩
4	古比雪夫	前苏联	1958	重力式溢流坝, 40.15m	细砂	>20m	混凝土铺盖 + 两道钢板桩, 铺盖长 45m, 板桩深 20m
5	普利亚文	前苏联	1965	重力式厂顶溢流坝, 58m	黏土、黏壤土	—	—
6	齐姆良	前苏联	1952	重力式溢流坝, 41m	砂含卵石	约 20m	混凝土铺盖 + 两道钢板桩
7	卡霍夫	前苏联	1955	重力式溢流坝, 37m	细砂层	>60m	混凝土铺盖 + 钢板桩, 铺盖长 50m, 板桩深 20m

其他国家在深厚覆盖层上修建高土石坝方面有更多的工程实例, 见表 2。其中高 147m 的巴基斯坦塔贝拉土斜墙堆石坝, 建基于最厚达 230m 的覆盖层上, 该坝坝前采用了长 1432m、厚 1.5~12m 的黏土铺盖防渗, 同时下游坝趾设置井距 15m、井深 45m 的减压井, 每 8 个井中有一个加深到 75m。蓄水后, 坝基渗透量大, 1974 年蓄水后曾发生 100 多个塌坑, 经抛土处理 1978 年后趋于稳定。

表 2 国外覆盖层上的土石坝工程

序号	工程名称	所在国家	建成年份	坝型, 最大坝高	坝基土层性质	覆盖层最大厚度	坝基防渗形式	防渗厚度
1	塔贝拉	巴基斯坦	1975	土斜墙堆石坝, 147m	砂砾石	230m	黏土铺盖	1.5~12m
2	阿斯旺	埃及	1967	土斜墙堆石坝, 122m	砂砾石	250m	悬挂式帷幕, 深 170m	20~40m
3	马尼克 3 号坝	加拿大	1968	黏土心墙土石坝, 107m	砂砾石	126m	两道防渗墙, 深 131m	每道厚 61cm
4	马特马克	瑞士	1959	土斜墙堆石坝, 115m	砂砾石	100m	10 排防渗帷幕	15~35m
5	谢尔蓬松	法国	1966	心墙堆石坝, 122m	砂砾石	120m	19 排帷幕灌浆	15~35m
6	下峡口	加拿大	1971	心墙堆石坝, 123.5m	砂砾石	82m	挖除覆盖层	—

续表

序号	工程名称	所在国家	建成年份	坝型, 最大坝高	坝基土层性质	覆盖层最大厚度	坝基防渗形式	防渗厚度
7	塔里干	伊朗	2006	黏土心墙堆石坝, 110m	砂砾石	65m	混凝土防渗墙	1m
8	大角	加拿大	1972	心墙土石坝, 91m	砂砾石	65m	混凝土防渗墙深 73m	61cm
9	佐科罗	意大利	1965	沥青斜墙土石坝, 117m	砂砾石	100m	混凝土防渗墙深 50m	60cm
10	斯塔扬娜	智利	1995	面板砂砾石坝, 113m	砂砾石	30m	混凝土防渗墙深 35m	—
11	普卡罗	智利	—	面板堆石坝, 83m	砂砾石	113m	混凝土悬挂式防渗墙深 60m	—
12	洛斯卡拉科莱	阿根廷	在建	面板堆石坝, 130m	砂砾石	25m	混凝土防渗墙深 25m	—
13	塞斯奎勒	哥伦比亚	1964	心墙堆石坝, 52m	砂砾石	100	混凝土防渗墙深 76m	55cm
14	摩尔罗斯	墨西哥	1968	心墙堆石坝, 60m	砂砾石	80m	混凝土防渗墙深 88m	60cm
15	弗莱斯特列兹	奥地利	1965	沥青面板堆石坝, 22m	砂砾石	>100m	混凝土防渗墙深 47m	50cm
16	埃贝尔拉斯特	奥地利	1967	沥青心墙堆石坝, 26m	砂砾石	>124m	混凝土防渗墙深 47m	50cm
17	第一瀑布	加拿大	1969	斜心墙土石坝, 38m	砂砾石	60m	混凝土防渗墙深 60m	75cm
18	阿勒格尼	美国	1964	堆石坝, 51m	砂砾石	55m	混凝土防渗墙深 56m	76cm
19	聂赫拉奈思	捷克	1964	斜墙砂砾坝, 48m	砂砾石	>50m	混凝土防渗墙深 31.2m	65cm
20	威尔南哥	意大利	1956	堆石坝, 67m	砂砾石	50m	防渗墙深 26m 下接帷幕灌浆	防渗墙厚 2.5m

埃及的阿斯旺土斜墙坝, 最大坝高 122m, 覆盖层厚 225~250m, 采用悬挂式灌浆帷幕、上游设铺盖、下游设减压井等综合渗控措施。帷幕灌浆最大深度 170m, 帷幕厚 20~40m。加拿大的马尼克 3 号黏土心墙坝, 砂卵石覆盖层最大深度 126m, 并有较大范围的细砂层, 采用两道净距为 2.4m、厚 61cm 的混凝土防渗墙, 墙顶伸入冰渍土心墙 12m, 墙深 105m, 其上支承一高 3.1m 的观测灌浆廊道和钢板隔水层。建成后, 槽孔段观测结果表明, 两道墙削减的水头约为 90%。

坝高 113m 的智利斯塔扬娜面板砂砾石坝, 建基于 30m 深的覆盖层上, 是较早在覆盖层上修建的 100m 以上的混凝土面板坝。

3 我国利用覆盖层建坝情况

我国在覆盖层上已建设了大量的土石坝，坝型包括土心墙堆石坝，混凝土面板堆石坝，沥青混凝土心墙堆石坝等。160m高的小浪底土心墙堆石坝已运行多年，即将蓄水的瀑布沟砾质土直心墙堆石坝坝高达186m，在建的长河坝工程最大坝高已达240m。我国建设于覆盖层上的主要土质心墙坝见表3，建基于覆盖层上的主要混凝土面板堆石坝见表4，建设于覆盖层上的主要沥青混凝土心墙堆石坝见表5。

表3 我国覆盖层上的主要土质心墙坝

序号	工程名称	建成年份	坝型, 最大坝高	坝基土层性质	覆盖层最大厚度	坝基防渗形式	防渗墙厚度
1	十三陵水库坝基加固	1970	黏土斜墙土坝, 29m	砂砾石	60m	混凝土防渗墙深60m	—
2	密云水库	1960	黏土斜墙土坝, 66m	砂砾石	44m	混凝土防渗墙深47m	80cm
3	碧口	1977	心墙土石坝, 102m	砂砾石	40m	两道防渗墙分别深41m, 68.5m	1.3m, 0.8m
4	毛家村	1962	黏土心墙土石坝, 80.5m	砂砾石	32m	混凝土防渗墙深32.5m	0.8~0.9m
5	斋堂水库	1974	黏土斜墙土坝, 58.5m	砂砾石	55m	混凝土防渗墙深56m	0.8m
6	小浪底	已建	斜心墙堆石坝, 160m	砂砾石	80m	混凝土防渗墙深82m	1.2m
7	瀑布沟	在建	土质心墙堆石坝, 186m	砂砾石	75m	两道全封闭混凝土防渗墙, 最深70m	均为1.2m
8	长河坝	在建	土质心墙堆石坝, 240m	砂砾石	70m	两道全封闭混凝土防渗墙, 最深50m	1.4m, 1.2m
9	泸定	在建	土质心墙堆石坝, 85.5m	砂砾石	148m	80m深防渗墙下接帷幕灌浆	防渗墙厚度1.0m
10	狮子坪	在建	土质心墙堆石坝, 136m	砂砾石	110m	混凝土防渗墙深90m	1.3m
11	硃磬	2006	土质心墙堆石坝, 125.5m	砂砾石	72m	混凝土防渗墙深70.5m	1.2m
12	水牛家	2006	土质心墙堆石坝, 108m	砂砾石	30m	混凝土防渗墙深32m	1.2m
13	满拉	已建	土质心墙堆石坝, 76.3m	砂砾石	28m	混凝土防渗墙深33m	0.8m
14	狮泉河	在建	黏土心墙土石坝, 32m	砂砾石	—	混凝土防渗墙深67m	0.8m
15	直孔	已建	土质心墙砂砾石坝, 47.6m	砂砾石	—	混凝土防渗墙深79m	—
16	云南务坪水库	已建	黏土心墙堆石坝, 52m	湖积软土	33m	混凝土防渗墙深30m	—
17	王圪堵	设计	均质土坝, 44m	砂砾石	—	混凝土防渗墙深20m	0.8m

在覆盖层上修建拱坝、重力坝不多，且一般为中低坝，由于不均匀沉降、渗漏等问题处理较困难，现在已不多见。覆盖层上的闸坝受闸门挡水高度限制，一般小于 35m。覆盖层上的混凝土坝及闸坝工程见表 6。

表 4 我国覆盖层上的主要混凝土面板堆石坝

序号	工程名称	建成年份	最大坝高	坝基土层性质	覆盖层最大厚度	坝基防渗形式	防渗墙厚度
1	浙江梅溪	1997	41m	砂卵砾石	30m	混凝土防渗墙平均深 20m	0.8m
2	柯柯亚	1982	41.5m	砂卵砾石	37.5m	混凝土防渗墙深约 37.5m	0.8m
3	察汗乌苏	2008	110m	砂卵砾石	40m	混凝土防渗墙深 41.8m	1.2m
4	宁波双溪口	2008	55m	砂卵砾石	18m	混凝土防渗墙	0.8m
5	铜街子	1992	48m	砂卵砾石	70m	两道混凝土防渗墙最大深 70m	均为 1m
6	浙江梁辉	1997	36.5m	砂卵砾石	39m	混凝土防渗墙	0.8m
7	汉坪嘴	2005	58m	砂卵砾石	45m	混凝土防渗墙深 56m	0.8m
8	那兰	2006	109m	砂卵砾石	24m	混凝土防渗墙深 18m	0.8m
9	九甸峡	在建	136.5m	砂卵砾石	65m	两道混凝土防渗墙 深约 30m	均为 0.8m
10	多诺	在建	108.5m	砂卵砾石	41.7m	混凝土防渗墙深 30m	—
11	斜卡	在建	108.2m	粉细砂及 砂卵砾石	45~100m	混凝土防渗墙	1.2m
12	塔斯特	1999	43m	砂卵砾石	28m	混凝土防渗墙	—
13	西藏楚松	1998	40m	砂卵砾石	35m	混凝土防渗墙深 35m	1.5m
14	岑港	1998	27.6m	—	39.5m	混凝土防渗墙深 35.3m	0.8m
15	仁宗海	2008	56m	砂砾石及 淤泥质壤土	>150m	悬挂式混凝土防渗 墙最大墙深约 80.5m	1.1m

表 5 我国覆盖层上的主要沥青混凝土心墙堆石坝

序号	工程名称	建成年份	最大坝高	坝基土层性质	覆盖层最大厚度	坝基防渗形式	防渗墙厚度
1	三峡茅坪溪 防护大坝	2007	104m	砂砾石及全 强风化岩层	—	混凝土防渗墙左岸 最深 34m，右岸 48m	0.8m
2	冶勒	2007	125.5m	冰水堆积覆盖层	400m	混凝土防渗墙及帷 幕联合防渗。防渗墙 最大深度：左岸 53m、 河床 74m，右岸 140m	1~1.2m
3	龙头石	2008	72.5m	砂砾石	70m	混凝土防渗墙深 71.8m	1.2m
4	尼尔基	在建	41.5m	砂砾石	40m	混凝土防渗墙深 38.5m	0.8m
5	黄金坪	在建	95.5m	砂砾石	130m	混凝土防渗墙深 101m	1m
6	下坂地	在建	78m	砂砾石	148m	85m 混凝土防渗墙下接 4 排 161m 深灌浆帷幕	1m
7	重庆洞塘坝	2001	46m	砂砾石	—	混凝土防渗墙深 16m	—
8	新疆坎尔其	2001	51.3m	砂砾石	40m	混凝土防渗墙深 40m	—

表 6

我国覆盖层上的混凝土坝、闸坝

序号	工程名称	建成年份	最大坝高	坝基土层性质	覆盖层最大厚度	坝基防渗形式	防渗墙厚度
1	锦屏二级	在建	34m	砂卵砾石	48m	封闭式混凝土防渗墙深 40m	0.8m
2	江边	在建	32m	砂卵砾石	100m	悬挂式混凝土防渗墙深 28.5m	0.8m
3	吉牛	—	23m	砂卵砾石	80m	悬挂式混凝土防渗墙深 50m	—
4	太平驿	已建	29.1m	砂卵砾石	86m	坝前 111.5m 长水平铺盖加坝基浅齿槽	—
5	福堂	已建	31m	砂卵砾石	93m	悬挂式混凝土防渗墙深 34.5m, 加水平铺盖	1m
6	红叶二级	2003	11.5m	砂卵砾石	80m	水平铺盖+50m 深悬挂式混凝土防渗墙	0.8m
7	映秀湾	1972	19.5m	砂卵砾石	62m	水平铺盖+30m 深悬挂式混凝土防渗墙	1.0m
8	渔子溪(一级)	—	27.8m	砂卵砾石	34m	悬挂式混凝土防渗墙深 30m	0.8m
9	渔子溪二级	1987	31.5m	砂卵砾石	30m	悬挂式混凝土防渗墙深 30m	0.8m
10	宝兴	在建	28m	砂卵砾石	50m	封闭式混凝土防渗墙	0.8m
11	小关子	已建	20.3m	砂卵砾石	>40m	混凝土防渗墙深 41.5m	0.8m
12	铜钟	已建	26.7m	砂卵砾石	>40m	混凝土防渗墙深 30m	—
13	沙湾泄洪闸	在建	23.5m	砂卵砾石	>60m	混凝土铺盖+混凝土防渗墙深约 50m	1.0m
14	金康	在建	20m	砂卵砾石	28m	混凝土防渗墙深 28m	0.8m
15	下马岭 (重力式溢流坝)	1960	33.2m	砂砾石	38m	3 排水泥帷幕灌浆深 40m	帷幕厚 11.2m
16	老虎嘴左副坝 (重力坝)	在建	约 24m	砂砾石	206m	80m 深的悬挂式混凝土防渗墙	1m
17	猫跳河四级 窄巷口拱坝	已建	54.77m	砂砾石	30m	两道混凝土防渗墙最大墙深 30.4m	均为 1.0m

注 1~14 均为建在覆盖层上的闸坝。

4 利用覆盖层建坝的主要技术问题及处理措施

4.1 坝基深厚覆盖层的勘探及试验

在深厚覆盖层上建坝，应十分重视覆盖层的地质勘探工作。

对砂砾石深厚覆盖层，设计人员主要关心的有覆盖层深度、结构、详细分层、架空情况、各分层岩土级配、密度、物理力学特性及渗透特性，可能液化砂层的分布及埋深，有无连续分布且较厚的渗透系数相对较小的岩土层等。这将影响到坝型及坝基渗流控制方案、地基加固处理措施的选择。基于此，应对坝基覆盖层进行必要的室内或室外物理力学试验，提出坝基岩土体的渗透系数、允许渗透比降和承载力、变形模量、抗剪强度等各种物理力学参数，以供大坝稳定、应力变形、渗流分析时使用，计算采用的物理力学参数应