

S157.3
Z813

列丛书



郑州大学

04010217952V

-6

YU DI BA SHE JI
淤地坝设计

黄河上中游管理局 编著



104124

S157.3
Z813

中国计划出版社

00111/04



郑州大学

04010217952V

内容提要

淤地坝是黄土高原治理水土流失的重要工程措施,也是开发利用水土资源的水利基础工程。本书以黄土高原淤地坝为背景,注重理论联系实际,反映先进设计水平,全面系统地阐述了各类淤地坝的设计方法,特别是对常见的碾压坝、水坠坝、旧坝配套加固的设计方法作了重点介绍。本书具有较强的技术指导性,是国内第一部全面系统介绍淤地坝设计技术的专业性著作。可供从事水土保持的工程技术人员使用,也可供大专院校水土保持专业的师生参阅。

《淤地坝系列丛书》编纂委员会

主任委员：周月鲁

副主任委员：郑新民 田杏芳

委 员：李 敏 何兴照 赵光耀 寇俊峰

王正杲 薛顺康 罗万勤 蒋得江

白慧山 严国民 李 靖 王还珠

杨顺利 贾泽祥 喻权刚 翟李越

《淤地坝设计》编写组

主 编：周月鲁

副 主 编：李 靖 梁其春 薛顺康

本册执笔人：周月鲁 李 靖 梁其春

薛顺康 蒋 钢 武 哲

序

我国是世界上水土流失最严重的国家之一，水土流失始终是我国的头号生态环境问题。搞好水土保持，保护和改善生态环境，是我国必须长期坚持的一项基本国策。

黄河流域黄土高原地区是我国乃至世界上水土流失最为严重、生态环境最为恶劣的地区之一。严重的水土流失，造成该地区经济社会发展滞后、人民群众生活贫困，对黄河下游的防洪安全也构成了极大威胁。加快黄土高原水土流失的治理步伐，对于促进我国经济社会的可持续发展，保障西部大开发的顺利实施，实现全面建设小康社会的宏伟目标和黄河的长治久安，都具有十分重大而深远的意义。

淤地坝是黄土高原地区广大人民群众在长期的生产实践和同水土流失的斗争中，探索、创造出的一种有效的水土保持工程措施。它既能保持水土又能发展生产，“沟里筑道墙，拦泥又收粮”，这是当地群众对淤地坝作用的形象描述和高度概括。实践证明，淤地坝是一项一举多得、利国利民的重要战略性措施，在治理水土流失，巩固退耕还林成果，改善生态环境，促进农业增产、农民增收、农村经济社会可持续发展，以及减少输入黄河泥沙，实现黄河长治久安等方面，发挥着重要的作用。

新世纪之初，水利部站在全局和战略的高度，把淤地坝建设作为全国水利建设的“三大亮点”工程之一，于2003年安排了专项资金，启动实施了黄土高原

地区淤地坝建设工程。这是建国以来我国最大的水土保持生态建设项目，是一项利国利民的德政工程。这一工程的实施，必将对黄土高原地区乃至我国经济社会的可持续发展，产生重大而深远的影响。

为了适应黄土高原地区大规模淤地坝建设的需要，黄河上中游管理局组织编纂了这套《淤地坝系列丛书》。黄河上中游管理局是水利部黄河水利委员会的派出机构，是黄河上中游水政水资源和水土保持工作的主管部门，拥有大批长期从事水土保持生态项目特别是淤地坝工程建设与管理的专业技术人才，并在长期的工作实践中积累了丰富的经验。该局着眼于黄土高原水土保持大局，以务实、负责的态度组织技术人员编纂了这套《丛书》，其涵盖了淤地坝工程建设与管理工作的各个方面和全部过程，具有系统完整、技术先进、科学实用的特点，是迄今为止国内第一部关于淤地坝的专业系列丛书，代表了现阶段淤地坝建设与管理技术的发展水平。我认为这套《丛书》的出版发行，必将对黄土高原地区大规模的淤地坝建设产生巨大的指导和推动作用，而且对于国内其他地区开展水土保持生态建设，也有重要的参考借鉴价值。



二〇〇三年十二月

(序作者鄂竟平系水利部副部长)

党的十六大提出全面建设小康社会的宏伟目标，确立了我国在新世纪可持续发展的道路。水土流失是我国特别是黄土高原地区最大的生态环境问题。严重的水土流失，制约了区域经济社会的发展，威胁着江河的防洪安全，影响了全面建设小康社会的进程。加快水土流失治理步伐，改善区域生态环境，对于促进经济社会的可持续发展，保障大江大河的长治久安，实现全面建设小康社会的宏伟目标，具有重大而深远的意义。

在长期的生产实践和水土保持工作中，黄土高原地区人民群众探索总结出了淤地坝这一治理水土流失的有效措施。实践证明，淤地坝能有效拦截泥沙、保持水土、防洪保安、改善生态环境，而且能淤地造田、发展灌溉、便利交通、促进生产，巩固退耕还林成果，为封育保护、生态修复工程的实施创造条件，是一项利国利民的重要综合性生态建设措施，被群众称赞为“粮囤子”、“钱袋子”，淤地坝建设受到了人民群众的衷心拥护。在黄土高原地区，由于独特的地形、地貌条件和丰富的黄土资源，开展淤地坝建设有着得天独厚的条件。目前，黄土高原地区已累计建成淤地坝 11 万余座，这些星罗棋布在黄土高原不同水土流失类型区的淤地坝，已淤成坝地 30 多万公顷，累计拦泥 210 多亿吨。

2003 年，水利部从全局和战略的高度，把黄土高原淤地坝建设作为今后一个时期我国水利建设的

“亮点工程”之一，组织编制了《黄土高原地区水土保持淤地坝规划》，正式全面启动，实施了黄土高原淤地坝建设工程。淤地坝建设这一重大战略性举措的实施，完全符合黄土高原水土保持生态建设的实际，符合黄河流域各省(区)广大人民群众的心愿，鼓舞了人民群众治理水土流失、建设生态环境的热情。淤地坝建设的实施必将极大地加快黄土高原地区水土流失治理的步伐，对于巩固退耕还林成果，改善生态环境，促进西部大开发战略的实施和区域经济社会可持续发展，实现全面建设小康社会的宏伟目标和黄河的长治久安，产生重大而深远的影响。

为了适应当前大规模淤地坝建设，满足建设与管理专业人员对淤地坝建设与管理技术的迫切需求及广大读者对淤地坝基本知识的了解，黄河上中游管理局组织编纂了《淤地坝系列丛书》(以下简称《丛书》)，旨在全面系统地总结和介绍黄土高原淤地坝建设经验，反映淤地坝建设与管理的发展水平，为各地开展大规模淤地坝建设提供一套系统完整、科学实用、技术性强的淤地坝建设与管理的专业工具书。

本套《丛书》共有八个分册，涵盖了淤地坝建设的各个方面，是迄今为止国内第一部关于淤地坝的专业系列丛书。其中，《淤地坝概论》介绍淤地坝坝系的概念、形成、发展、分类、作用与地位等；《淤地坝规划》重点阐述规划的原理、方法、关键技术、经济技术评价和典型规划等内容；《淤

地坝设计》简要介绍设计的原则、程序、标准、理论、CAD 辅助设计等；《淤地坝施工》主要介绍各种施工技术、方法、施工组织设计、工程结算与决算等内容；《淤地坝监理》简明扼要地介绍了淤地坝工程建设监理的基本理论、方法、内容、程序及实践经验和常用文本等；《淤地坝管理》重点介绍前期管理、施工管理、财务管理、竣工验收、运行管理、监管及管理软件等；《淤地坝监测》侧重阐述监测的内容、监测技术等方法，监测网络建设、监测信息管理系统等；《淤地坝试验研究》重点介绍淤地坝科学研究概况、科研管理、基础研究、淤地坝规划与设计技术研究、施工技术研究、运行管理与坝地利用技术研究等内容。《丛书》的各分册力求内容全面、通俗易懂、文图并茂，以期能对从事淤地坝规划、设计、施工、监理等的专业技术人员有所帮助，对关心淤地坝建设的广大读者有所启迪。

为了做好《丛书》编纂工作，黄河上中游管理局成立了由周月鲁任主任委员，郑新民、田杏芳任副主任委员，各业务部门(单位)有关同志为成员的编纂委员会。在编纂过程中，编写人员深入黄土高原各省(区)进行了实地调研，遍查了各地数十年的淤地坝建设资料，分析了千余座淤地坝的规划、设计、施工、运行和管理成果，解决了编写过程中的一些关键技术问题。

本套《丛书》在编纂过程中，得到了水利部鄂竟平副部长、黄河水利委员会李国英主任、水利部水土保持司刘震司长的关心和支持。中国科学院刘昌明院

士，中国工程院山仑院士，水利部水土保持司原司长、教授级高级工程师焦居仁，北京大学马蔼乃教授，清华大学王光谦教授、张红武教授、张仁教授，陕西师范大学甘枝茂教授，河海大学杨建基教授、张阳教授、姚纬明教授、丰景春教授，西安理工大学黄强教授、李占斌教授等对《丛书》或有关分册进行了审查与修改；陕西省水土保持局原总工程师、教授级高级工程师张大全，黄河上中游管理局原总工程师、教授级高级工程师刘万铨，副总工程师、教授级高级工程师阎文哲对《丛书》的编写工作大纲和有关分册提出了宝贵意见；中国科学院水利部水土保持研究所及黄河流域山西、甘肃、陕西、宁夏等省(区)水利厅、山西省水土保持研究所提供了部分技术资料或图片，在此一并表示衷心地感谢！

黄土高原地域辽阔，情况极为复杂，各地的淤地坝建设与管理经验和研究成果十分丰富，由于我们的水平有限，加之时间紧迫，在编纂中难免有缺漏及讹误之处，敬请批评指正。

《淤地坝系列丛书》编纂委员会

二〇〇三年十二月

目 录

序

前 言

第一章 淤地坝设计综述	3
第一节 淤地坝设计在建设中的作用	3
第二节 淤地坝分类、分级及设计标准	4
第三节 淤地坝设计的特点和要求	7
第四节 淤地坝设计的基本内容和工作步骤	9
第五节 淤地坝设计的发展历程	10
第二章 淤地坝建筑物布置与勘测	15
第一节 坝址选择与资料收集	15
第二节 建筑物组成及坝型选择	16
第三节 淤地坝设计资料的测量与计算	19
第四节 淤地坝地质勘察	21
第五节 筑坝材料勘察与填筑标准	24
第三章 淤地坝设计水文计算	33
第一节 概述	33
第二节 设计暴雨计算	36
第三节 设计洪峰流量与洪水总量计算	36
第四节 设计洪水过程线	41
第五节 调洪演算	42
第六节 输沙量计算	45
第四章 淤地坝坝体计算	51
第一节 作用力及其效应组合	51
第二节 渗流计算	56
第三节 固结计算	61
第四节 稳定分析	66

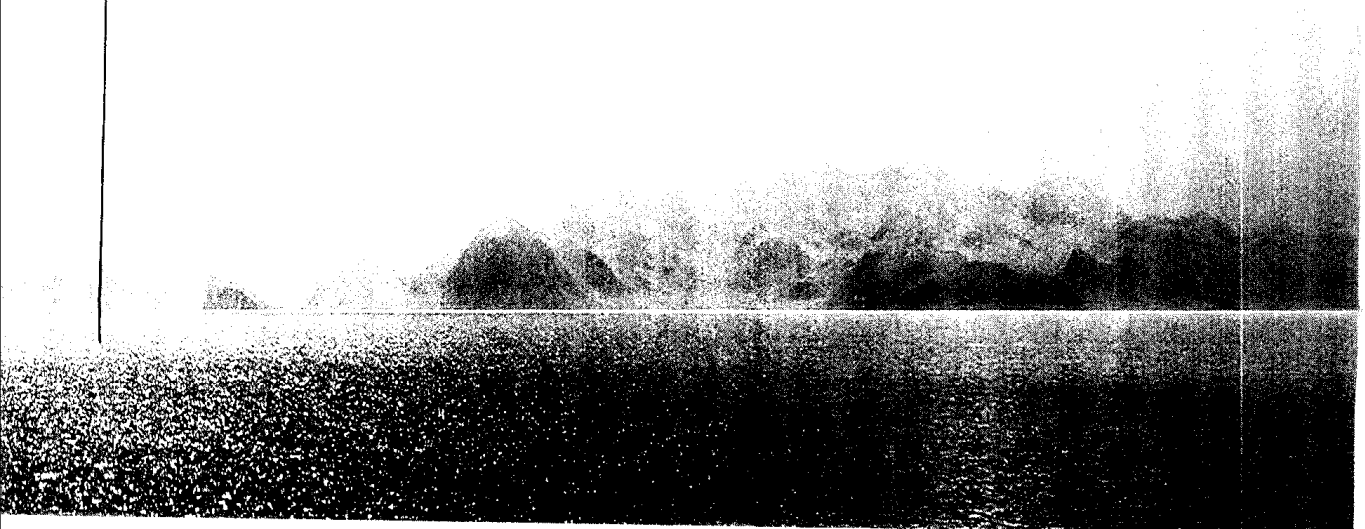
第五章 淤地坝坝体设计	83
第一节 淤地坝基本剖面	83
第二节 淤地坝的构造	87
第三节 坝基处理、岸坡及混凝土建筑物的连接	98
第四节 淤地坝监测设计	106
第五节 淤地坝配套加固	108
第六节 坝体土方量计算	112
第六章 淤地坝放水建筑物	117
第一节 放水建筑物的组成、作用及位置选择	117
第二节 放水建筑物的水流形态及工作特点	119
第三节 放水建筑物的结构形式与材料	123
第四节 放水建筑物设计	126
第五节 涵洞的防渗和防水层设计	155
第六节 涵洞基础与接缝设计	157
第七章 淤地坝溢洪道	165
第一节 溢洪道的工作特点和类型	165
第二节 溢洪道位置选择	166
第三节 溢洪道结构布置	167
第四节 溢洪道水力计算	169
第五节 非常溢洪道	178
第八章 淤地坝设计概算	183
第一节 设计概算的编制原则和依据	183
第二节 设计概算书组成内容	184
第三节 费用组成及项目划分	185
第四节 编制方法	189
第九章 淤地坝工程效益计算与经济评价	197
第一节 淤地坝工程效益分析与计算	197

第二节	淤地坝工程投资及费用	202
第三节	淤地坝工程经济评价	203
第四节	不确定性分析	207
第十章	碾压坝设计实例	211
第十一章	水坠坝设计实例	239
附录		
附录 I	设计洪峰流量计算	275
附录 II	设计洪水总量计算	293
后记		301
参考文献		303

淤地坝设计

第一章 淤地坝设计综述

- 第一节 淤地坝设计在建设中的作用
- 第二节 淤地坝分类、分级及设计标准
- 第三节 淤地坝设计的特点和要求
- 第四节 淤地坝设计的基本内容和工作步骤
- 第五节 淤地坝设计的发展历程



第一章 淤地坝设计综述

淤地坝是指在水土流失地区的沟道中兴建的滞洪、拦泥、淤地的坝工建筑物，其作用是：调节径流泥沙，控制沟床下切、沟岸扩张，减少沟谷重力侵蚀，防止沟道水土流失，减轻下游河道及水库泥沙淤积，变荒沟为良田，改善生态环境。淤地坝按其作用和规模分为骨干坝（也称水土保持治沟骨干工程，下同）、中型淤地坝和小型淤地坝。

淤地坝设计就是通过对规划阶段选定建筑物的位置和布置进一步加以论证；确定建筑物的等别及设计标准，拟定工程布置、建筑物的结构形式及尺寸；提出建筑材料、劳动力等需要量；编制工程概算；进行工程效益分析和经济评价。

淤地坝设计一般分为：初步设计、招标设计和施工图设计。本书主要介绍淤地坝设计的原则、原理、标准、程序、方法等内容。

第一节 淤地坝设计在建设中的作用

淤地坝工程建设一般经过规划、设计、建设实施、竣工验收、后评价等阶段的工作。如图 1-1。

设计是淤地坝建设中间的关键环节，是坝系可行研究的细化和落实，是工程招标和施工的依据。设计解决的是淤地坝具体建设问题，即建成什么样，怎样建设等。

淤地坝设计应结合全局各阶段的工作来考虑问题、提出问题、解决问题。设计必须了解勘测工作，结合对建筑物型式及布局的设想，有针对性地提出对勘测内容的要求，正确评价勘测得到的信息，要熟知各种可供选用的建筑物，周多地提出可比方案。淤地坝设计，同时要考虑它的施工方法和步骤，并用以衡量方案的优劣。为了工程管理便利及运转灵活可靠，设计中还应对运行管理做出安排。

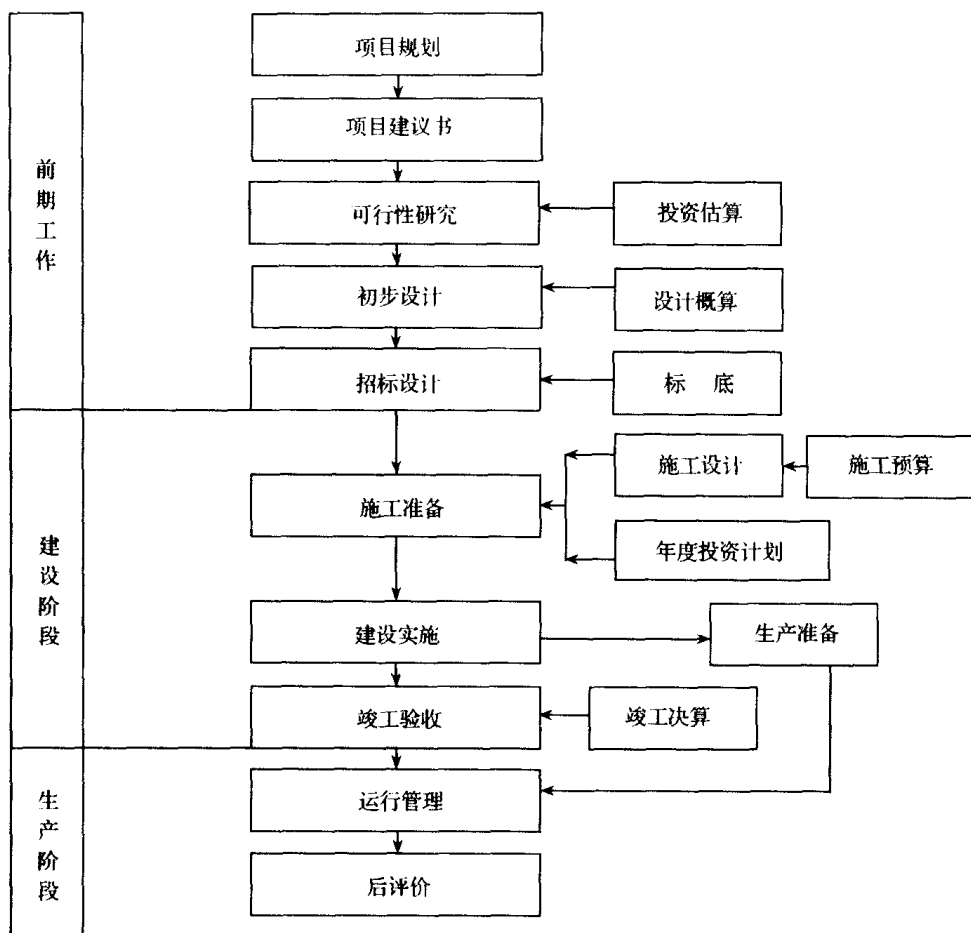


图 1-1 淤地坝建设流程

第二节 淤地坝分类、分级及设计标准

一、淤地坝分类

淤地坝按筑坝材料可分为土坝、石坝、土石混合坝等；按施工方法可分为碾压坝、水坠坝、定向爆破坝、浆砌石坝等。从近二十年黄土高原淤地坝建设和实践来看，绝大多数为碾压坝和水坠坝，个别为定向爆破坝，本书重点介绍碾压坝和水坠坝及其配套建筑物的设计。

碾压坝是指用碾压机具将土、砂等分层碾压而建的淤地坝。它具有以下特点：

1) 可以就地取材，采用土料、砂、砂砾等筑坝，大大节省水泥、钢材和木材等外运材料；

2) 随着土力学理论及实践日趋完善，土坝筑坝经验不断积累，使防渗土料由粘土、壤土等传统细粒土料扩大至黄土、坡残积红土、砾石土等，其级配范围十分宽广；

3) 土坝对坝基要求，无论是承载力或抗剪强度方面都比混凝土坝低。许多土坝都直接建在砂砾或土基上，而混凝土坝难以做到；

4) 近年来大型土方机械相继在施工中的运用，使修建碾压土坝所需的开挖、运输、碾压等作业的效率及经济效益大为提高，施工速度加快，工期明显缩短；

5) 土坝造价通常低于混凝土坝或浆砌石坝。

水坠坝又称水力冲填坝，是利用水力和重力将土场土料冲拌成一定浓度的泥浆，引流到坝面，经脱水固结形成的淤地坝。由于其具有造价低、施工质量稳定等特点，在黄土高原地区也是比较常见的一种坝型，与碾压土坝相比，具有以下一些明显的优点：

1) 工效高、投资省。水坠法筑坝与碾压法筑坝比较，可大大节省装、运、卸、铺土等工序，提高了筑坝效率，节约投资。

2) 施工简便、质量易保证。水坠法筑坝的施工工艺简便，施工技术容易掌握，适宜普遍推广。

另外，水坠坝有以下三个特性：

1) 泥浆浓度大。利用高浓度泥浆冲填筑坝，是黄土高原地区水坠坝的最显著特点。一般每立方米的水要挟带 $2\text{m}^3 \sim 3\text{m}^3$ 的土，即土水比为 1:2 或 1:3。

2) 施工期坝体存在流态区。水坠坝坝体除了碾压的边埂和堆筑的中间埂外，其余均为冲填的泥浆。如果采用连续冲填施工，泥浆来不及脱水固结，施工期坝的上部必然形成一个含水量大于流限的流态区。

3) 易发生变形且沉陷量较大。水坠土坝在施工期坝体容易出现较大变形，甚至可能发生滑坡事故，为控制变形，施工速度受到一定限制，特别是含粘量较高的土料，需严格控制施工速度。

二、淤地坝分级

淤地坝一般根据库容、坝高、淤地面积、控制流域面积等因素分级。根据