

中国水利教育协会 组织



全国水利行业“十三五”规划教材（职工培训）

水土保持与水生态保护实务

主 编 邹 林
主 审 刘幼凡



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

中国水利教育协会 组织



全国水利行业“十三五”规划教材（职工培训）

水土保持与水生态保护实务

主 编 邹 林

主 审 刘幼凡



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

· 北京 ·

内 容 提 要

本书是全国水利行业“十三五”规划教材（职工培训），主要内容包括绪论（水土保持、水生态保护概念）；水土保持工程；水土保持方案编制及案例分析；水土保持监理；水生态监测；水生态保护管理等。

本书为基层水利职工培训教材，适用于水利行业基层职工培训，也可作为职业院校水利类专业学生学习参考书。

图书在版编目（CIP）数据

水土保持与水生态保护实务 / 邹林主编. — 北京：
中国水利水电出版社，2017.5
全国水利行业“十三五”规划教材. 职工培训
ISBN 978-7-5170-5394-1

I. ①水… II. ①邹… III. ①水土保持—职业培训—
教材②水环境—生态环境—环境保护—职业培训—教材
IV. ①S157②X143

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第105365号

书 名	全国水利行业“十三五”规划教材（职工培训） 水土保持与水生态保护实务 SHUITU BAOCHI YU SHUISHENGTAI BAOHU SHIWU
作 者	主编 邹林 主审 刘幼凡
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (营销中心)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 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	北京纪元彩艺印刷有限公司
规 格	184mm×260mm 16开本 13印张 314千字
版 次	2017年5月第1版 2017年5月第1次印刷
印 数	0001—2000册
定 价	35.00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

前言

水土资源是人类赖以生存和发展的根本物质基础。水土保持是生态文明建设的重要内容和组成部分，是建设生态文明建设的基础。新形势下对加强生态文明建设提出了很多新的要求，因此，迫切需要基层水利职工加强专业知识储备，成为推动水土保持和水生态保护工作扎实开展的生力军，以促进全国生态文明建设。

本书为全国水利行业“十三五”规划教材（职工培训），主要面向水利行业基层职工，特点是内容浅显易懂、引入大量工程实例，具有很好的参考价值。

本书由长江工程职业技术学院邹林副教授编写第一章和第二章第一节至第三节，长江工程职业技术学院段凯敏老师编写第二章第四节至第七节，广西水利电力职业技术学院刘艳老师编写第三章第一节，中国能源建设集团广西电力设计研究院郭明凡教授级高级工程师编写第三章第二节，江西水利职业学院严珍老师编写第四章，四川水利职业技术学院杨绍平老师编写第五章，山东水利职业学院曹广占老师编写第六章。本书由邹林任主编，曹广占、刘艳、杨绍平、郭明凡任副主编，段凯敏、严珍参编，刘幼凡任主审。

本书编写过程中，得到了兄弟院校同行和水利行业技术人员的大力支持，在此表示感谢，特别感谢中国能源建设集团广西电力设计研究院侯杰萍高级工程师在第四章第二节编写过程中提供的部分工程实例。

本书作为职工培训教材，在编写过程中参考国内外相关教材、著作、技术资料和他人的研究成果，尽量列入参考文献，如有不慎遗漏，恳请谅解。本书的出版，得到中国水利水电出版社的大力支持，编者在此一并致谢！

由于编者水平有限，书中难免存在不妥或错误，敬请广大读者批评指正，意见和建议可发至主编邮箱 zoul@cj-edu.com.cn，不胜感激！

编 者

2016年8月

目 录

前言

第一章 绪论	1
第一节 水土保持概念	1
第二节 水生态保护概念	4
第二章 水土保持工程	6
第一节 坡面治理工程	6
第二节 沟道工程	20
第三节 护岸与治滩工程	31
第四节 小型蓄排引水工程和集雨节水灌溉工程	34
第五节 治沙	38
第六节 植物工程	41
第七节 农业工程	43
第三章 水土保持方案编制及案例分析	48
第一节 水土保持方案编制	48
第二节 水土保持案例分析	58
第四章 水土保持监理	101
第一节 水土保持工程建设合同管理	101
第二节 水土保持工程建设质量控制	107
第三节 水土保持工程建设投资控制	116
第四节 水土保持工程建设进度控制	124
第五节 水土保持工程建设监理信息管理	132
第五章 水生态监测	141
第一节 水土流失指标监测	141
第二节 水土保持措施监测	163
第三节 水土保持生态、经济、社会监测	166
第六章 水生态保护管理	172
第一节 水生态保护技术标准体系	172
第二节 水生态保护与修复规划编制	177
参考文献	203

第一章 绪 论

第一节 水土保持概念

一、水土保持的定义与特点

(一) 水土保持的定义

《中华人民共和国水土保持法》(简称《水土保持法》)所称水土保持,是指对自然因素和人为活动造成水土流失所采取的预防和治理措施。

中华人民共和国行业标准《水利水电工程技术术语》(SL 26—2012)对水土保持的解释为:防止水土流失,保护、改良与合理利用水土资源的综合性措施。

《中国大百科全书·水利卷》《中国水利百科全书》中,对水土保持的定义界定为:防治水土流失,保护、改良和合理利用水土资源,维护和提高土地生产力,以利于充分发挥水土资源的经济效益和社会效益,建立良好生态环境的综合性科学技术。

(二) 水土保持的特点

水土保持是一项综合性很强的系统工程,水土保持工作主要有4个特点:

(1) 科学性。涉及多学科,如土壤、地质、林业、农业、水利、法律等。

(2) 地域性。由于各地自然条件的差异和当地经济水平、土地利用、社会状况及水土流失现状的不同,需要采取不同的手段。

(3) 综合性。涉及财政、计划、环保、农业、林业、水利、国土资源、交通、建设、经贸、司法、公安等诸多部门,需要通过大量的协调工作,争取各部门的支持,才能搞好水土保持工作。

(4) 群众性。必须依靠广大群众,动员千家万户治理千沟万壑。

二、水土保持的重要性和意义

水土保持是防治水土流失,保护、改良与合理利用水土资源,维护和提高土地生产力,以利于充分发挥水土资源的经济效益和社会效益,建立良好生态环境的综合性科学技术。水土保持的对象不只是土地资源,还包括水资源。保持的内涵不只是保护,而且包括改良与合理利用。不能把水土保持理解为土壤保持、土壤保护,更不能将其等同于土壤侵蚀控制。水土保持是自然资源保育的主体。

(1) 保护土地资源,维护土地生产力。据统计,我国因水土流失平均损失耕地约100万亩,在山丘区采用坡面水土保持措施及沟道水土保持措施,可以防止耕地、林地、草地土壤面蚀与沟蚀,保护土地资源免遭损失,维护土地生产力。在风沙区采用防治风力侵蚀的综合措施,可以防止农耕地与草地的风蚀退化。

(2) 充分利用降水资源,提高抗旱能力。在水土流失严重的山丘区,通过修建水平梯田等坡面工程以及各种蓄水工程,可以拦蓄由降雨形成的坡面径流,减少水的流失,提高



降水资源的利用率,增强旱作农业与经济林果生产的抗旱能力。

(3) 改善区域生态环境,促进当地社会 and 经济发展。水土保持改善了生产条件和生态环境,增加了人口环境容量,促进了人口、资源、环境与社会经济的协调发展。长江上游三峡库区第一期水土保持重点防治区,经过治理,人口环境容量每平方千米增加 6~23 人。黄河上中游无定河、皇甫川、三川河以及甘肃西县等 4 片重点治理区,一般经过 5~10 年治理后,每平方千米的人口环境容量可增加 20 人左右。

(4) 减少江河湖库泥沙淤积,减轻下游洪涝灾害。水土保持不仅保护与改善了治理区的生产和生活环境,而且减少了流域产沙量,从而减轻了下游洪涝灾害的危险。据初步统计,新中国成立以来,全国兴修的水土保持工程每年可以减少和拦蓄泥沙 16 亿 t,增加蓄水能力约 250 亿 m^3 。黄河中上游的水土保持工程,每年减少流入黄河的泥沙 3 亿 t。对中小流域,水土保持措施对洪水具有显著的调节作用。一般暴雨条件下,可削减洪峰流量达 30%~70%。

(5) 减少江河湖库非点源污染,保护与改善水质。水土保持措施在保水的同时还保土、保肥,从而减少河川水体的非点源污染,发挥保护与感受水质的作用。

三、水土保持的策略与措施

我国既是世界上水土流失严重的国家之一,又是世界上开展水土保持具有悠久历史并积累了丰富的经验的国家。从 20 世纪初开始,就进行了对水土流失规律的初步探索,为开展典型治理提供了依据。

1. 策略

经过半个多世纪的发展,我国水土保持走出了一条具有中国特色综合防治水土流失的路子。主要策略包括以下几个方面:

(1) 坚持与时俱进的思想,积极调整工作思路,不断探索加快防治水土流失的新途径。根据经济社会发展与人民生活水平提高对水土保持生态建设的新要求,在加强人工治理的同时,依靠大自然的力量,开展生态自我修复工作,促进人与自然的和谐,加快水土流失防治步伐。

(2) 预防为主,依法防治水土流失。我国政府通过贯彻执行《中华人民共和国水土保持法》,建立健全了水土保持配套法规体系和监督执法体系;规定了“预防为主”的方针,加强执法监督,禁止陡坡开荒,加强对开发建设项目的水土保持管理,控制人为水土流失。

(3) 以小流域为单元,科学规划,综合治理。我国水土保持始终坚持制定科学的水土保持规划,以小流域为单元,根据水土流失规律和当地实际,实行山、水、田、林、路综合治理,对工程措施、生物措施和农业技术措施进行优化配置,因害设防,形成水土流失综合防治体系。

(4) 治理与开发利用相结合,实现三大效益的统一。在治理过程中,把治理水土流失与开发利用水土资源紧密结合。突出生态效益,注重经济效益,兼顾社会效益,使群众在治理水土流失、保护生态环境的同时,取得明显的经济效益,进而激发其治理水土流失的积极性。



(5) 优化配置水资源, 合理安排生态用水, 处理好生产、生活和生态用水的关系。同时, 在水土保持和生态建设中, 充分考虑水资源的承载能力, 因地制宜, 因水制宜, 适地适树, 宜林则林, 宜灌则灌, 宜草则草。

(6) 依靠科学技术, 提高治理的水平和效益。重视理论与实践、科学技术与生产实践相结合。充分发挥科学技术的先导作用。积极引进国外先进技术、先进理念和先进管理模式, 注重科技成果的转化, 大力研究推广各种实用技术, 采取示范、培训等多种形式, 对农民群众进行科学普及教育, 增强农民的科学治理意识和能力, 从而提高治理的质量和效益。

(7) 建立政府行为和市场经济相结合的运行机制。通过制定优惠政策, 实行租赁、承包、股份合作、拍卖“四荒”使用权等多种形式, 调动社会各界的积极性, 建立多元化、多渠道和多层次的水土保持投入机制, 形成全社会广泛参与治理水土流失的局面。

(8) 广泛宣传, 提高全民水保意识。我国采取政府组织、舆论导向、教育介入等多种形式广泛、深入、持久地开展《中华人民共和国水土保持法》等有关法律法规以及水土流失危害性的宣传, 提高全民的水土保持意识。

(9) 建立生态补偿机制, 保护生态环境、解决区域之间或经济社会主体之间利益均衡问题。最近中央一系列文件中, 对生态补偿都提出明确要求。2006 年中央 1 号文件明确提出: “建立和完善生态补偿机制。加强荒漠化治理, 积极实施石漠化地区和东北黑土区等水土流失综合防治工程。建立和完善水电、采矿等企业的环境恢复治理责任机制, 从水电、矿产等资源的开发收益中, 安排一定的资金用于企业所在地环境的恢复治理, 防止水土流失。”对此, 应加强荒漠化治理, 积极实施石漠化地区和东北黑土区等水土流失综合防治工程。建立和完善水电、采矿等企业的环境恢复治理责任机制, 从水电、矿产等资源的开发收益中, 安排一定的资金用于企业所在地环境的恢复治理, 防止水土流失。

2. 措施

具体措施可归纳如下:

(1) 依法行政, 不断完善水土保持法律法规体系, 强化监督执法。严格执行《中华人民共和国水土保持法》, 通过宣传教育, 不断增强群众的水土保持意识和法治观念, 坚决遏制人为水土流失, 保护好现有植被, 重点抓好开发建设项目水土保持管理, 把水土流失的防治纳入法制化轨道。

(2) 实行分区治理, 分类指导。西北黄土高原区, 突出沟道治理, 以淤地坝建设为重点, 建设稳产高产基本农田, 促进退耕还林还草; 东北黑土区, 大力推行保土耕作, 保护和恢复植被; 南方红壤丘陵区, 采取封禁治理, 提高植被覆盖度, 通过以电代柴, 解决农村能源问题; 北方土石山区, 改造坡耕地, 发展水土保持林和水源涵养林; 西南石灰岩地区, 陡坡退耕, 大力改造坡耕地, 蓄水保土, 控制石漠化; 风沙区, 营造防风固沙林带, 实施封育保护, 防止沙漠扩展; 草原区, 实行围栏、轮牧和休牧, 建设人工草场。

(3) 加强封育保护, 依靠生态的自我修复能力, 促进大范围的生态环境的改善。按照人与自然和谐相处的要求, 控制人类活动对自然的过度索取和侵害。大力调整农牧业生产方式, 在生态脆弱地区, 封山禁牧, 舍饲圈养, 依靠大自然的力量, 特别是生态的自我修复能力, 增加植被, 减轻水土流失, 改善生态环境。



(4) 大规模地开展生态建设工程。继续开展以长江上游、黄河中游地区, 以及环京津地区的一系列重点生态工程建设, 加大退耕还林力度, 搞好天然林保护; 规模开展黄土高原淤地坝建设, 牧区水利和小水电代燃料工程, 促进生态的恢复, 巩固退耕还林成果; 在内陆河流域, 合理安排生态用水, 恢复绿洲和遏制沙漠化。

(5) 科学规划, 综合治理。实行以小流域为单元的山、水、田、林、路统一规划, 综合运用工程、生物和农业技术三大措施有效控制水土流失, 合理利用水土资源, 促进人口、资源与环境协调发展。尊重群众的意愿, 推行群众参与式规划设计, 把群众的合理意见吸收到规划设计中去, 调动群众参与水土保持项目建设的积极性。

(6) 加强水土保持科学研究。促进科技进步。不断探索有效控制土壤侵蚀、提高土地综合生产能力的措施, 加强对治理区群众的培训, 做好水土保持科学普及和技术推广工作。建设一批规模比较大的水土保持综合治理示范区和科技含量高的水土保持科技示范园区。先后建立了一批水土保持科学研究试验站、国家级水土保持试验区和土壤侵蚀国家重点实验室。积极开展水土保持监测预报, 大力应用“3S”等高新技术, 建立全国水土保持监测网络和信息系统, 从 2003 年起连年发布全国及部分省区水土保持公报。对水土保持重点治理工程实施了水土保持动态监测。建立水土保持监测中心、水土保持基础数据库。

(7) 完善和制定优惠政策, 建立健全适应市场经济要求的水土保持发展机制, 明晰治理成果的所有权, 保护治理者的合法权益, 鼓励和支持广大农民和社会各界人士, 积极参与治理水土流失。

(8) 加强水土保持方面的国际合作和对外交流。增进相互了解, 不断学习、借鉴和吸收国外水土保持方面的先进技术、先进理念和先进管理经验, 提高我国水土保持的科技水平。早在 1935 年, 美国就颁布了《水土保持法》, 1971 年提出了通用土壤流失方程 USI 和风蚀预报方程 WEO。同时, 美国在免耕和封育保护等方面也进行了较为深入的探索, 积累了宝贵的经验, 值得学习。

进入 21 世纪, 我国进一步实施可持续发展战略, 加大水土保持和生态环境建设的力度, 扩大在控制土壤侵蚀、提高土地综合生产能力和改善生态环境等方面的国际合作与交流, 同国际社会一起, 为我国乃至世界生态环境的改善, 作出新的贡献。

第二节 水生态保护概念

一、水生态

水生态是指环境水因子对生物的影响和生物对各种水分条件的适应。生命的起源离不开水, 水又是一切生物的重要组分。生物体不断地与环境进行水分交换, 环境中水的质(盐度)和量是决定生物分布、种的组成和数量以及生活方式的重要因素。

二、水生态系统

水生态系统是由水生生物群落与水环境共同构成的具有特定结构和功能的动态平衡系统。

水生态系统可以按照地域进行大的分类, 分为海洋水生态系统及陆地水生态系统。本



书所指水生态系统仅指河流、湖泊、水库与池塘等构成的陆地地表水生态系统和地下水生态系统，其中河流与湖泊等地表水生态系统是主要内容。

三、水生态系统保护与修复

水生态系统保护是指现状水生态系统健康状况满足人类期望的前提下，采取减少人为干扰、加强监测及调查评价、风险评价及管理等手段保护相对良好的水生态系统，使其避免出现退化。

水生态修复是指基于系统生态学、恢复生态学、生态工程学、景观生态学等基本原理，采用人工或自然措施，使受损的水生态系统的结构、功能与景观恢复到人们所期望的人水和谐的参照水平或状态。

水生态系统修复的核心是建立生态系统的平衡。遵循生态学的基本原理，即生态系统中生物与环境间的作用关系、生物与生物之间的食物链特征，结合系统工程理论，按照某个参照水平，进行水生态系统的重建。

第二章 水土保持工程

第一节 坡面治理工程

坡面工程是治理面状侵蚀防止坡面水土流失的一系列工程技术措施的总称。水对坡面土壤的侵蚀主要有降雨对坡面的击溅侵蚀和降水所形成的地表径流对坡面的冲蚀两方面。就降雨而言,并不是一切规模的降雨都会对坡面土壤发生侵蚀作用。

坡面工程规划设计标准:根据原水利电力部颁发的《水土保持技术规范》(SD 238—87)及水利部颁发的《开发建设项目水土保持技术规范》(GB 50433—2008)规定,水土保持坡面工程“应能拦蓄一定频率的暴雨径流泥沙,超标准洪水允许排泄出沟”,且坡面工程设计标准为拦蓄 5~10 年一遇 24h 最大暴雨。目前我国南方均按拦蓄 10 年一遇 24h 最大暴雨进行设计。

在进行坡耕地或荒地治理规划的基础上,因地制宜地在水土流失坡面上规划布设蓄水沟、水窖、蓄水池、鱼鳞坑和截流沟等坡内小型蓄排水工程,以蓄排多余的雨水径流、保护梯田等坡面耕作区的安全、减少径流泥沙的入沟侵蚀量,建立完整的坡面水土保持防护体系。在我国南方和北方雨量较多的地区,都应考虑在坡面上规划布设小型蓄排水工程。规划布设时须考虑以下原则:

(1) 坡面小型蓄排水工程应与坡耕地治理中的梯田、保水保土耕作等措施和荒地治理中的造林、种草等措施紧密结合,配套实施。

(2) 在坡耕地治理的规划中,应将坡面小型蓄排水工程与梯田、保水保土耕作措施统一规划,同步施工,达到出现设计暴雨时能保护梯田区和保水保土耕作区安全的目的。同时,小型蓄排水工程的暴雨径流和建筑物设计,也应考虑梯田和保水保土耕作措施减少径流泥沙的作用。

(3) 在荒地治理的规划中,应将坡面小型蓄排水工程与造林育林、种草育草统一规划,同步施工,达到出现设计暴雨时能保护林草措施的安全。同时,小型蓄排水工程的暴雨径流和建筑物设计,也应考虑造林育林和种草育草减少径流泥沙的作用。

(4) 坡面小型蓄排水工程还应考虑蓄水利用。

一、蓄水沟设计

蓄水沟又称平水沟,沿等高线修筑,沟底水平,用来拦截梯田或坡地上游降雨径流,使其转变为土壤水。因沟埂均保持水平故又称为等高沟埂。我国南方多暴雨的山区田间及坡面应用较为普遍。

(一) 蓄水沟设计原则

蓄水沟的间距和断面大小,应保证设计频率暴雨径流不致引起土壤流失,即蓄水沟截面大小要满足能拦蓄其控制的设计频率暴雨径流,蓄水沟的间距应使暴雨径流不引起坡面



土壤侵蚀。蓄水沟的间距随山坡的陡缓及雨量的大小而异。在缓坡上一般为 5~7m；在陡坡上为 4~10m，雨量大的地区取小值。蓄水沟的横断面尺寸，一般情况下沟深度为 0.5~1.0m，沟底宽度为 0.4~0.7m，沟口宽为 0.8~1.2m，土埂高度为 0.4~0.7m，埂顶宽为 0.3~0.5m，埂底宽为 1.2~1.5m。沿蓄水沟纵向每隔 5~10m 设一道横档，保证沟底不平时蓄水也能较均匀地下渗。常用的蓄水沟断面型式如图 2-1-1 所示。

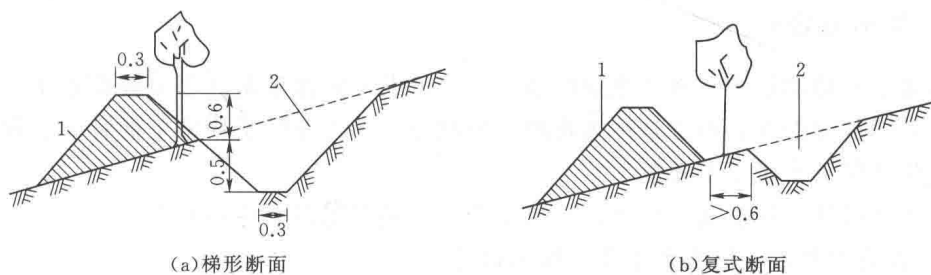


图 2-1-1 蓄水沟断面图 (单位: m)

1—沟壑；2—水沟

(二) 蓄水沟布置

布置蓄水沟应根据山坡地形状况进行。在较规整的山坡上，蓄水沟可按设计间距，成水平的连续布置，分段拦蓄坡面径流。在切割严重的山坡上，结合治沟，在冲沟内修筑谷坊群，在坡面上修筑等高蓄水沟，使谷坊与蓄水沟共同承担蓄水拦沙任务。

由于蓄水沟的蓄水能力有限，为防止超设计暴雨而造成破坏，一般在布置蓄水沟时，还应设置泄洪口，使超量径流有出路。解决的办法是每隔 1~2 条蓄水沟布置一条截流沟，将水流引出坡面，或者挖筑一定数量的蓄水池，将超设计径流储存起来，干旱时用于灌溉农田。

(三) 蓄水沟施工

蓄水沟的工程量均按挖方断面的土方量计算。蓄水沟施工主要包括确定基线、放土埂和开沟中心线，埂基清理，挖沟及筑埂等工序。

(1) 确定基线和放土埂和开沟中心线。蓄水沟的基线为垂直等高线的直线。一般在坡面上可以确定一条或几条，以控制整个坡面。然后按蓄水沟的设计间距将基线分段，得到沟埂基点。从基点开始，用仪器或工具测出与基点等高的土埂中心线。同样按埂与沟中心的距离，放出开沟中心线。

(2) 埂基清理。按土埂设计的基底尺寸，沿土埂中心线两侧清理地基，清基时要求消除坡面上的浮土、植物根系，并将坡面修成倒坡台阶。

(3) 挖沟及筑埂。按开沟中心线和沟断面尺寸，开挖蓄水沟的挖方部分。将挖出来的土做埂，做埂时要求夯压密实，使土埂达到稳定。开沟时，应注意在沟底每隔 5~10m 留一道高度为沟深 $1/3 \sim 1/2$ 的横向土隔墙。

(4) 留好蓄水沟的泄洪口。按设计布置留好蓄水沟的泄洪口，并挖好泄水道。为了防止泄流冲刷，一般泄水口及泄水道应用块石或草皮衬砌保护。

蓄水沟施工时，由于土埂不易夯实，雨后容易被冲蚀，同时蓄水沟也会沉积泥沙。使



蓄水沟容量减少。因此,在雨前雨后应对蓄水沟(埂)进行维修养护,以维护土埂的等高水平。修补时,用蓄水沟内的沉积土。

蓄水沟施工完成后,应按规划要求在蓄水沟的沟埂内侧植树造林,在土埂外坡上铺草皮或栽种灌木(如山毛豆和胡枝子等)以保护土埂安全,对整个坡面也应按规划要求合理配置林草措施,尽快地控制整个坡面的土壤侵蚀。

二、蓄水池设计

蓄水池是在地面挖坑或在洼地筑坑用以拦蓄地表径流和泉水的小型坡面蓄水工程。在我国北方习惯称为涝池,南方常称为水塘、池塘等。其任务就是拦蓄上游径流、泥沙,防止水土流失和储蓄水量用于灌溉。

蓄水池的设计一般按其所承担的主要任务,分别采用以下几种方法。

(一) 按蓄水拦沙、防止水土流失要求设计

设计时,应使蓄水池容积大于或等于上游设计降雨径流量与泥沙总淤积量之和,即

$$V \geq W \quad (2-1-1)$$

式中 V ——蓄水池容积, m^3 ;

W ——上游设计降雨径流量与设计泥沙总淤积量之和, m^3 。

上游泥沙径流总量可用式(2-1-2)计算:

$$W = \frac{(h_1 \varphi + nh_2)F}{0.8} \quad (2-1-2)$$

式中 h_1 ——设计频率 24h 最大暴雨量, m;

h_2 ——土壤年侵蚀深度, m;

φ ——径流系数,采用当地经验值;

n ——淤积年限, $n = 5 \sim 10$;

F ——集水面积, m^2 。

蓄水池按不同形状(如圆柱形、矩形和锅形等)计算出具体尺寸并使 $V \geq W$ 。水池内所蓄水,应尽量用于灌溉农田或待泥沙淤积后,及时放空。

(二) 按储蓄水量、用于灌溉要求设计

设计时,应满足农田灌溉蓄水量,同时,也满足蓄水拦沙的要求。灌溉农田蓄水容积计算:

$$V_1 = \frac{\sum A_i M_i}{\eta + nh_2} \quad (2-1-3)$$

式中 V_1 ——灌溉需要蓄水池容积, m^3 ;

A_i ——某作物种植面积, hm^2 ;

M_i ——某作物每公顷地一次最大需水量,旱作物 $M = 900 \sim 1050 m^2$,水稻应按泡田期用水计 $M = 145 \sim 155 m^2$;

η ——池水有效利用系数, $\eta = 0.7 \sim 0.8$;

其他符号意义同前。

蓄水池容积 V 要求: $V \geq W$ 且 $V \geq V_1$, 式中 W 按式(2-1-2)计算。



规划布置蓄水池时,应满足有利于引水入池和自流灌溉的要求,同时蓄水池不应靠近陡坎、切沟,防止渗水造成沟坎倒塌,一般最小距离应大于2~3倍的沟(坎)深度。

(三) 按作养鱼或水域利用进行设计

若利用挖损坑、塌陷坑蓄水养鱼或作其他水域利用,要防止泥沙或其他污染物进入蓄水池内,设计可参照灌溉用蓄水池。

(四) 以泥沙沉积为目的的蓄水池设计

除上述一般情况下田间和坡面蓄水工程外,另一类是利用挖损坑或塌陷地或低凹地修筑的蓄水池,其目的是拦蓄利用地面径流,减少冲刷。若专门用于沉淀淤泥泥沙,即为沉淀池,其设计原理基本上与蓄水池相似,只是要充分考虑径流含沙量(或其他泥沙物质含量)、淤积年限、清淤次数及相隔期限。

此外,还有旱井和水窖等蓄水工程。

三、截流沟设计

截流沟又称导流沟,是在坡面上与等高线斜交开挖的排水沟,沟底具有一定坡度。它的作用是将坡地上部的径流导引至天然冲沟,保护下部田地免遭冲刷。截流沟的断面形式同蓄水沟,一般均为梯形。截流沟不仅可以切断坡上产生的暴雨径流,还可以将径流按设计要求引至坡面蓄水工程或农田、林地和草场。由于水流在沟内流动,故沟底不留土隔墙,但需控制水流速度,防止沟内发生冲刷。当截流沟通过突变地形时,要设置适当的衔接建筑物消能防冲(如跌水和陡坡等)。

设计时根据截流沟的位置、地形、土壤、植被及设计降雨强度等因素,按式(2-1-4)计算出截流沟的最大过流量 $Q_{\max}$:

$$Q_{\max} = \frac{(I_1 - I_2)F}{0.8 \times 60} \quad (2-1-4)$$

式中 $Q_{\max}$ ——最大径流量, m^3/s ;

I_1 ——设计频率降雨强度, m/min ;

I_2 ——土壤平均入渗强度, m/min ;

F ——集雨面积, m^2 。

然后,根据沟线土壤特性选定其允许不冲流速 $v_{\text{不冲}}$,计算出沟底坡度 i 和沟断面积 A 。按明渠均匀流计算,流速为

$$v = C\sqrt{Ri} < v_{\text{不冲}}$$

故沟底坡度 i :

$$i < \frac{v_{\text{不冲}}^2}{C^2 R} \quad (2-1-5)$$

沟断面积:

$$A = \frac{Q_{\max}}{v_{\text{不冲}}} \text{ 或 } A = \frac{(I_1 - I_2)F}{0.8 \times 60 v_{\text{不冲}}} \quad (2-1-6)$$

由式(2-1-6)可以看出,沟断面积将随集雨面积的增加而加大。故一般上游的沟



断面积较小，下游的沟断面积将逐渐加大。

截流沟断面尺寸计算：首先按式(2-1-5)计算沟的底坡，并以此坡降在坡面上布置截流沟位置。再将截流沟全线分成若干个段，取分段点为断面积计算点，按集雨面积用式(2-1-6)计算各点的过流断面积。然后按蓄水沟断面尺寸的计算方法计算截流沟各点的断面尺寸。通过对截流沟全线各分段点的计算，可得到若干个不同的断面尺寸。施工时，一般以分段点的断面作为该点上游段截流沟断面。为了避免沟断面在分段点形成突变，两个计算点之间的断面尺寸，可以作渐变安排。这样做可以减少施工工程量。

截流沟的施工：方法与蓄水沟大致相同，也有测量放线、挖沟与做埂过程。所不同的是测量放线的方法有区别。截流沟放线时，先在坡面上找到截流沟起点位置，在起点位置定基线和基点。然后从各层基点开始，用仪器按设计的底坡 i 放出土埂中心线。再按这条中心线在上坡挖沟取土做埂形成截流沟。为了保护截流沟，还应及时维修养护和植树造林。

四、鱼鳞坑设计

鱼鳞坑是在被冲沟切割破碎的坡面上，由于不便于修筑水平的截水沟，于是采取挖坑的方式分散拦截坡面径流、控制土壤流失的水土保持措施。挖坑取出的土，在坑的下方培成半圆的埂以增加蓄水量。在坡面上，坑的布置上下相间，排列成鱼鳞状，故名鱼鳞坑。

鱼鳞坑的布置及规格，应根据当地降雨量、地形、土质和植树造林要求而定。一般来说，鱼鳞坑间的水平距离(坑距)为 $1.5\sim 3.0\text{m}$ (约两倍坑径)，上下两排坑的斜坡距离(排距)为 $3.5\sim 5.0\text{m}$ 。坑深度约 0.4m ，土埂中间部位填高约 $0.2\sim 0.3\text{m}$ ，内坡 $1:0.5$ 、外坡 $1:1$ ，坑埂半圆内径约 $1.0\sim 1.5\text{m}$ ，埂顶中间应高于两头。

鱼鳞坑设计：一般按能全部储蓄设计降雨径流确定鱼鳞坑的规格及数量，另外还可根据植树造林要求来确定鱼鳞坑的规格和密度，即按植树造林的株行距设置鱼鳞坑，使每树一坑。

在鱼鳞坑蓄水过程中，当单位面积来水量大于蓄水量时，鱼鳞坑蓄满，多余的水将沿埂端地面漫溢，流向下坡，例如按储蓄全部设计降雨径流设计的鱼鳞坑，遇到超设计标准降雨时，或者按植树造林要求，鱼鳞坑布置过稀，坑内蓄水容量不足时，均可能发生漫溢。鱼鳞坑发生漫溢时，最下一排鱼鳞坑的上沿土坡最易被冲蚀，因此须限制该处的流速小于土壤不冲流速，达到坡面不发生冲蚀。

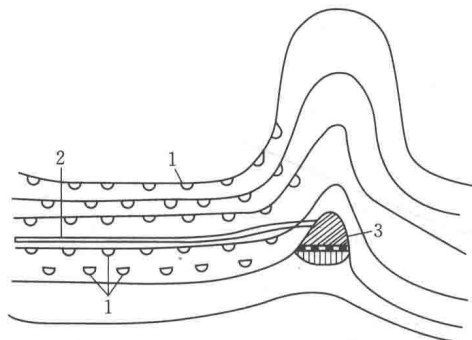


图 2-1-2 鱼鳞坑与截流沟联合使用

1—鱼鳞坑；2—截流沟；3—蓄水池

当溢出鱼鳞坑的水流可能引起坡面土壤冲刷时，可考虑每隔 $2\sim 3$ 列鱼鳞坑布置一条截水沟，达到既防止水土流失，又能引补水源的要求，如图2-1-2所示。

鱼鳞坑的施工与其他坡面工程施工方法相近似，也有定基线、放线和挖坑填埂等过程。所不同的是，鱼鳞坑放线后还应按坑距定出鱼鳞坑的开挖中心。再从每个中心划出做埂的内圆弧线(即开挖线)。然后才挖坑、做埂，并将土埂夯压密实。鱼鳞坑修成后应及时种树造林。



五、梯田设计

(一) 梯田的作用

(1) 坡地修成梯田, 改变了地形, 缩短了坡长, 从而能有效地蓄水拦泥, 控制水土流失。

在降雨过程中, 当降雨强度一定时, 坡面径流产生的冲刷能力与坡长成正比, 即坡长越长, 汇集的径流量越大, 对坡面土壤的冲刷能力就越强。根据黄河中游各水土保持站的观测资料, 梯田与坡耕地相比, 可减少水土流失 85% 以上。

(2) 坡耕地修成梯田, 改变了田面坡度, 增加了土壤水分的入渗时间, 从而提高了土壤涵蓄水分、养分的能力, 改善了土壤的物理、化学性质, 为作物生长提供了良好的环境。

在相同的径流量和径流流线长的情况下, 其流速将减小一半以上, 则水流的入渗时间延长、土壤侵蚀量随之减小。

(3) 坡面修成梯田, 由于田面坡度平缓、宽度匀整, 故为机械化耕作创造了有利条件。根据试验, 当坡面坡度大于 7° 时, 一般的农业机械就无法正常作业, 耗油量增加, 而且不安全。如果将坡耕地修成水平或近似水平的梯田, 只要田面有足够宽度, 就完全可以在梯田上进行机械化耕作, 降低了劳动强度。

(4) 坡面修成梯田后, 可改善农业生产条件, 提高单位面积粮食产量, 从而促进退耕还林还牧, 调整农业生产结构, 有利于保护土地资源。

(5) 坡面修成梯田, 为沟壑治理创造了有利条件。

坡耕地在沟壑之上, 是沟壑洪水、泥沙的主要来源区, 坡面治理好了, 就可以减轻沟壑水土保持工程措施的防洪负担, 为沟壑治理、发展灌溉和农业生产、小气候的改变等创造了有利条件。

(二) 梯田的类型

梯田的类型可按其修建目的、种植利用情况、断面形式和建筑材料进行划分。

(1) 按修建的目的和种植利用情况, 可分为农用梯田、果园梯田和造林梯田。农用梯田属于基本农田, 田块较平坦方正, 田坎坚固顺直。林用梯田呈水平阶状, 田面很窄, 沿等高线随弯就势。果园梯田介于两者之间, 田面宽度不强求一致。

(2) 按梯田的断面型式, 可分为水平梯田、隔坡梯田、坡式梯田、反坡梯田和波浪式梯田等。

1) 水平梯田是在山坡上沿等高线修成田面水平、埂坎整齐的台阶式梯田。水平梯田可拦蓄雨水, 减免冲刷; 便于机耕, 易于灌溉; 增加肥力, 保证高产。它是防治坡耕地水土流失的根本措施, 也是丘陵沟壑区的主要基本农田。

2) 隔坡梯田是梯田与自然坡地沿山坡相间布置, 在两梯田之间保留一定宽度的原山坡。隔坡梯田, 不但扩大了控制水土流失的面积, 也集中了大于自身几倍的降水, 这在人少地多的干旱和半干旱山区是一种较好的基本农田形式。

3) 坡式梯田田面坡度与山坡方向一致, 坡度改变不大, 修筑的工程量小, 但保持水土能力差, 需结合等高耕作法的农业技术措施。这种梯田是水平梯田的过渡型式, 先在田



边修一条较低的田坎，然后通过逐年耕作下翻，加高田坎，变为水平梯田。

4) 反坡梯田田面坡向与上坡方向相反，成 $3^{\circ} \sim 5^{\circ}$ 的反坡，这种梯田有较强的蓄水和保土保肥能力，但用工较多。

5) 波浪式梯田田面呈波浪形，没有明显的田坎，这种梯田多用于水土流失不太严重的缓坡耕地上。

(3) 按用坎的建筑材料又可分为土坎梯田和石坎梯田等。

图 2-1-3 所示为各种型式梯田的示意图。

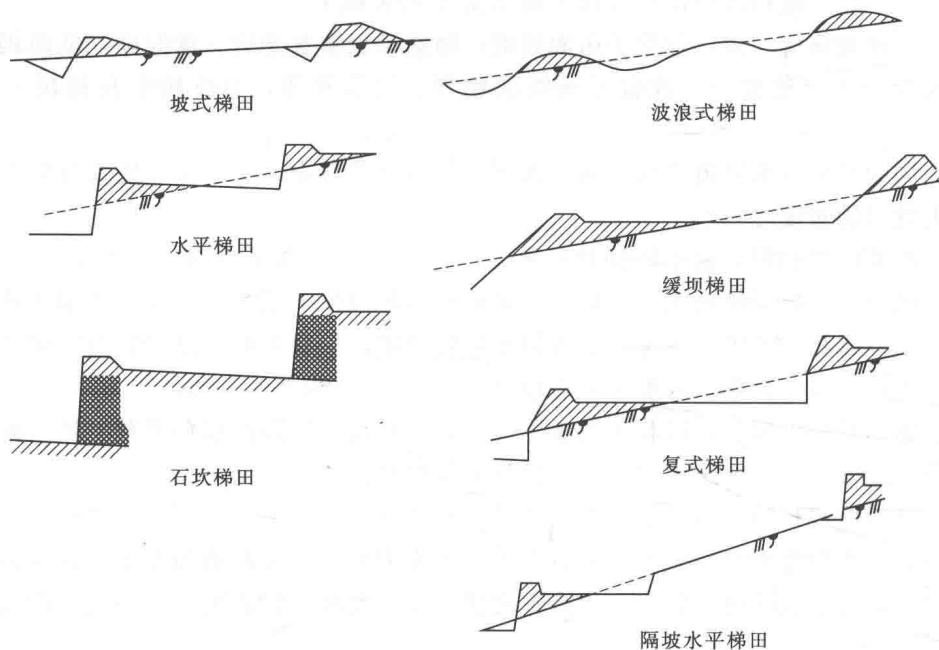


图 2-1-3 梯田的型式

(三) 梯田的规划原则

(1) 按照农业发展对基本农田提出的要求，确定梯田的种类、数量地点后，因地制宜，一面坡、一座山、一个小流域地进行全面规划。做到保持水土，充分利用土地资源。

(2) 合理规划应达到集中连片，修筑省工，耕作方便，埂坎安全和少占耕地的要求。

(3) 合理布设道路和灌溉系统。

(4) 梯田一般应布置在 25° 以下的坡耕地上， 25° 以上的坡耕地，原则上应退耕，植树种草，还林还牧。

(四) 梯田的断面设计

梯田的断面要素包括坡度、埂坎高度、埂坎坡度和田面宽度等参数，如图 2-1-4 所示。

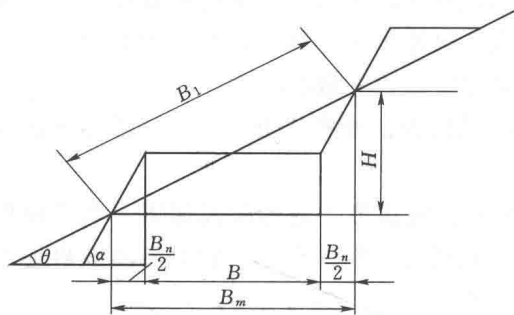


图 2-1-4 水平梯田断面要素图

θ —坡面坡度， $(^{\circ})$ ； α —埂坎坡度， $(^{\circ})$ ；
 H —埂坎高度，m； B —田面净宽，m；
 B_n —埂坎占地，m； B_m —田间毛宽，m；
 B_1 —田间斜宽，m