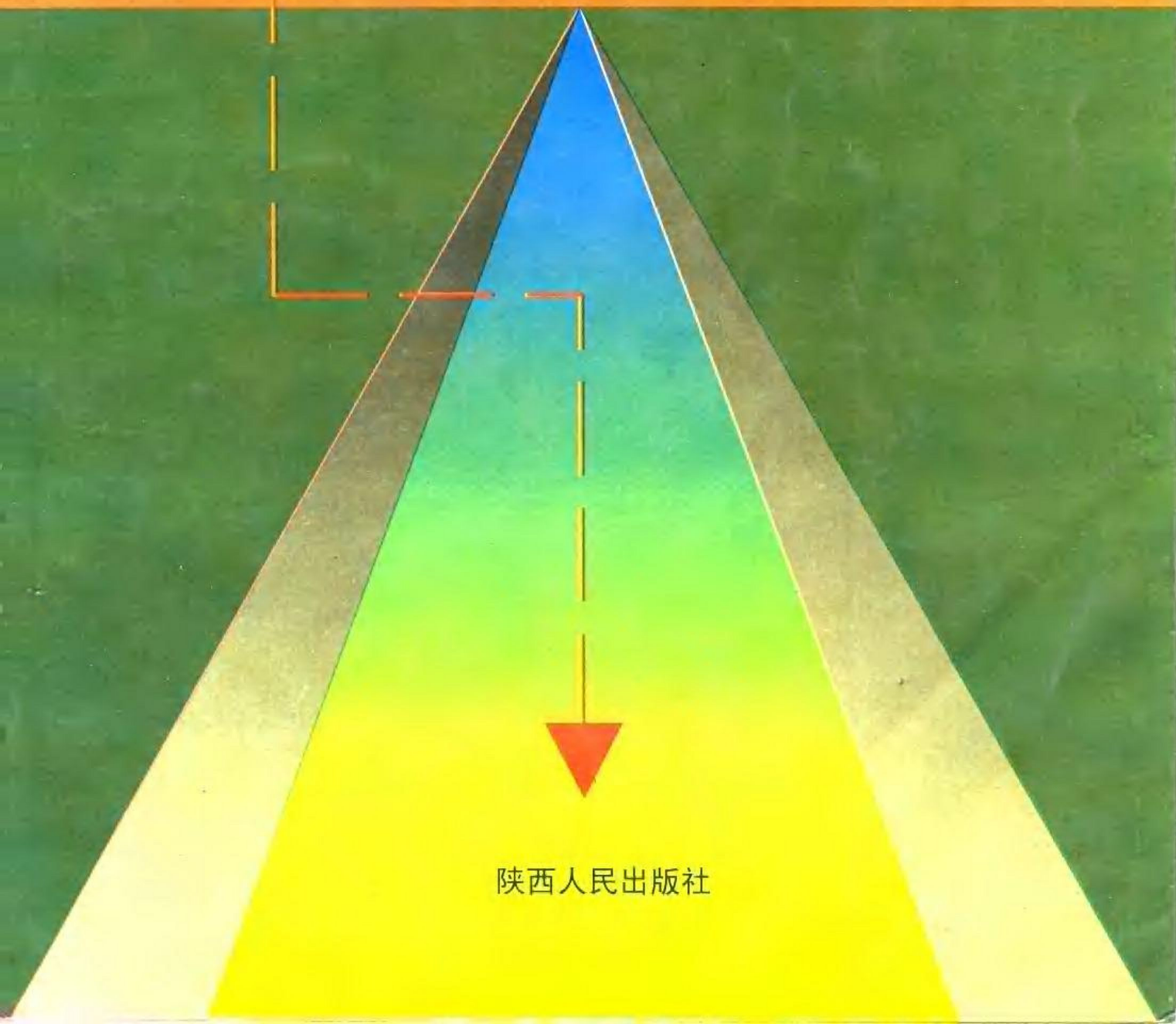


# 水土保持工程学

崔云鹏 蒋定生 主编



陕西人民出版社

# 水土保持工程学

西北林学院 中国科学院、水利部水土保持研究所

崔云鹏 蒋定生 主编

陕西人民出版社

(陕)新登字 001 号

水土保持工程学

崔云鹏 蒋定生 主编

陕西人民出版社出版发行

(西安北大街 131 号)

西北林学院印刷厂印刷

787×1092 毫米 16 开本 19 印张 2 插页 448 千字

1998 年 10 月第 1 版 1998 年 10 月第 1 次印刷

印数:1-2000

ISBN 7-224-04763-5/K·774

定价:24.00 元

## 前 言

本书系根据作者多年从事流域治理环境保护研究、水土保持教学的科研实践经验,在原《水土保持工程学》(西北林学院崔云鹏编)基础上,参考国内外有关科研实践资料,经综合分析编写而成。作者在编写中以反映当前先进科学技术水平和理论联系实际为原则,以黄土高原、南方丘陵山区流域治理的水土保持工程为重点,系统全面地阐述了水土保持工程体系规划设计的原理和方法。同时,对国内外有关水土保持及工程技术问题作了简要介绍。

本书由西北林学院崔云鹏教授与中国科学院、水利部水土保持研究所蒋定生研究员主编。全书除绪论外共分七章。绪论、第二章、第三章由蒋定生编写,第一章由张胜利编写,第四章、第五章、第七章由崔云鹏编写,第六章由秦向阳编写。全书最后由崔云鹏统稿。

本书在编写过程中得到西北林学院,中国科学院、水利部水土保持研究所和黄河上中游管理局的大力支持和帮助,在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限,书中有不妥之处,敬请广大读者批评指正。

编 者

1997年10月

## 内 容 提 要

本书对流域治理的水土保持工程规划设计、工程施工的基本原理和方法作了全面系统的论述。内容主要包括:水土保持工程土工基础,工程措施规划设计计算,泥石流防治工程,水沙资源利用,河道整治,建筑材料和工程施工等。重点对黄土高原和南方丘陵山区水土保持工程作了较为详细的介绍。

本书可供农、林、水利部门环境保护、水土保持专业大学生和研究生使用,也可供上述部门的生产、科研和管理人员参考。

# 目 录

绪论 .....	(1)
第一节 土壤侵蚀与水土保持工程学.....	(1)
一、土壤侵蚀 .....	(1)
二、水土保持工程 .....	(2)
第二节 水土保持工程的主要内容和性质特点.....	(4)
一、水土保持工程的主要内容 .....	(4)
二、水土保持工程学的性质和特点 .....	(4)
三、水土保持工程存在的问题 .....	(4)
第三节 水土保持工程学发展简史.....	(4)
一、我国水土保持工程发展历史 .....	(4)
二、梯田工程发展简况 .....	(5)
三、黄土高原独特的水土保持工程措施 .....	(5)
四、美日治理沟整的主要措施 .....	(6)
第四节 我国在水土保持工程上的主要成就.....	(6)
一、完善了整治黄土高原国土的方略 .....	(6)
二、制定了不同层次的水土保持规划 .....	(7)
三、推广以小流域为单元的综合治理模式 .....	(7)
四、水土保持措施的优化配置 .....	(8)
五、模型实验技术的应用 .....	(8)
六、建立水土保持管理信息系统 .....	(8)
七、重视水土保持专门人才的培养 .....	(8)
第一章 水土保持工程土工基础 .....	(9)
第一节 土的物理力学性质.....	(9)
一、概述 .....	(9)
二、土的物理性质指标.....	(10)
三、土的物理状态指标.....	(13)
四、土的工程分类.....	(16)
五、土的渗透.....	(18)
六、土的压缩性.....	(21)
第二节 土的抗剪强度 .....	(25)

一、土的抗剪强度概念	(25)
二、土的抗剪强度基本规律	(25)
三、抗剪强度的测定	(26)
第三节 挡土墙土压力	(29)
一、概述	(29)
二、挡土墙土压力分类	(30)
三、挡土墙土压力计算	(30)
第四节 土坡稳定分析计算	(33)
一、土坡稳定概念	(33)
二、土坡稳定分析计算的基本原理	(34)
三、稳定分析计算的方法	(35)
<b>第二章 水土保持工程规划</b>	(40)
第一节 水土保持工程规划的目的意义、主要内容及方法步骤	(40)
一、规划的目的意义	(40)
二、规划的指导思想	(40)
三、规划的主要内容及任务	(41)
四、规划的方法步骤	(42)
第二节 规划提纲编写	(45)
一、基本情况	(45)
二、规划区内现有水土保持工程的基本情况	(45)
三、工程布局及技术要点	(45)
四、工程实施计划安排	(46)
五、工程效益论述	(46)
第三节 坡面治理工程规划	(47)
一、坡面工程类型	(47)
二、坡面治理工程规划的原则和任务	(48)
三、坡面土地利用规划	(49)
四、坡耕地治理措施规划	(51)
五、坡面灌溉工程规划	(54)
六、坡面道路工程规划	(57)
第四节 沟壑治理工程规划	(59)
一、沟壑范围及治理工程的一般类型	(59)
二、沟壑治理措施总体配置原则	(59)
三、沟头防护工程规划	(60)
四、支毛沟治理工程规划	(61)
五、主干沟道治理工程规划	(61)
六、沟道坝系优化规划	(62)

七、坝地防洪保收工程规划·····	(73)
八、泥石流沟道工程规划·····	(75)
第五节 河道整治及水沙资源利用规划·····	(77)
一、河道整治规划的原则及任务·····	(77)
二、河道治导线规划·····	(78)
三、水沙资源利用规划的原则及特点·····	(79)
<b>第三章 坡面治理工程设计·····</b>	<b>(82)</b>
第一节 工程治理措施设计·····	(82)
一、水平梯田设计·····	(82)
二、隔坡梯田设计·····	(89)
三、坡式梯田设计·····	(90)
四、山边沟设计·····	(93)
五、坡面蓄水工程设计·····	(95)
六、陡坡治理工程设计·····	(100)
第二节 坡地灌溉工程设计·····	(102)
一、提水灌溉工程设计·····	(102)
二、喷灌工程设计·····	(118)
三、微灌工程设计·····	(129)
<b>第四章 流域沟道治理工程·····</b>	<b>(140)</b>
第一节 沟头防护工程·····	(140)
一、沟头防护形式及适用条件·····	(140)
二、沟头防护工程设计·····	(143)
第二节 谷坊工程·····	(148)
一、谷坊种类及适用条件·····	(148)
二、谷坊设计·····	(151)
第三节 淤地坝工程·····	(153)
一、淤地坝概念·····	(153)
二、淤地坝枢纽工程的组成及作用·····	(153)
三、淤地坝分级及设计标准·····	(155)
四、坝址选择·····	(155)
五、枢纽工程布设·····	(156)
六、坝高、库容及淤地面积确定·····	(156)
七、坝库调洪计算·····	(159)
第四节 土坝设计·····	(165)
一、土坝分类及坝型选择·····	(165)
二、筑坝土料选择·····	(167)



三、土坝断面结构构造及尺寸拟定 .....	(167)
四、土坝稳定分析计算 .....	(169)
五、土坝分期加高设计问题 .....	(170)
第五节 溢洪道设计 .....	(171)
一、位置选择 .....	(171)
二、布置形式选择 .....	(172)
三、水力计算 .....	(172)
四、结构构造尺寸 .....	(181)
第六节 放水工程设计 .....	(183)
一、放水工程的组成形式及作用 .....	(183)
二、工程布置 .....	(185)
三、水力计算 .....	(185)
四、工程结构设计 .....	(189)
第七节 水坠坝 .....	(193)
一、水坠坝的特点 .....	(193)
二、坝体固结的基本原理 .....	(193)
三、水坠坝的设计 .....	(195)
第八节 小型水库 .....	(203)
一、小型水库在沟整治理中的作用 .....	(203)
二、小型水库的组成、工程规模、等级及设计标准 .....	(204)
三、水库坝址的选择 .....	(204)
四、水库库容确定 .....	(204)
五、水库坝型选择 .....	(206)
六、水库土坝设计 .....	(206)
七、浆砌石重力坝设计 .....	(210)
八、浆砌石拱坝 .....	(213)
<b>第五章 沟道泥石流防治工程 .....</b>	<b>(216)</b>
第一节 泥石流特征、类型和形成条件 .....	(216)
一、泥石流的特征 .....	(216)
二、泥石流类型及特点 .....	(216)
三、泥石流形成的条件 .....	(218)
第二节 泥石流流速和流量计算 .....	(218)
一、概述 .....	(218)
二、泥石流流速 $V_0$ 和流量 $Q_0$ 估算 .....	(218)
第三节 泥石流拦砂坝设计 .....	(221)
一、泥石流防治工程类型 .....	(221)
二、拦砂坝的作用、类型及适用条件 .....	(221)

三、拦砂坝库容及坝高确定 .....	(225)
四、浆砌石拦砂坝的抗滑稳定计算 .....	(227)
五、坝基强度计算 .....	(230)
六、坝顶溢流孔尺寸确定 .....	(231)
第四节 拦砂坝坝下消能防冲工设计.....	(232)
一、坝下消能防冲工设计的目的作用 .....	(232)
二、泥石流对坝的作用特点 .....	(232)
三、消能防冲工工程形式及尺寸确定 .....	(232)
<b>第六章 洪沙资源利用和河道整治工程 .....</b>	<b>(236)</b>
第一节 洪沙资源利用.....	(236)
一、洪沙利用方式 .....	(236)
二、洪沙利用工程类型 .....	(236)
三、工程设计 .....	(237)
四、利用洪沙淤灌农田和治碱改土技术 .....	(240)
第二节 水力治沙.....	(242)
一、引水拉沙造田 .....	(243)
二、引水拉沙治河造田 .....	(245)
三、引水拉沙修渠 .....	(247)
四、引水拉沙筑坝 .....	(248)
第三节 河道整治工程.....	(248)
一、河道一般特性 .....	(248)
二、河道整治方法及工程类型 .....	(248)
三、河道新断面设计 .....	(250)
四、整治工程设计 .....	(250)
第四节 改河造地工程.....	(255)
一、改河造地类型 .....	(255)
二、改河造地建筑物设计 .....	(256)
三、垫土造地 .....	(257)
<b>第七章 水保工程常用建筑材料及工程施工 .....</b>	<b>(259)</b>
第一节 水保工程常用建筑材料.....	(259)
一、砖 .....	(259)
二、石材 .....	(260)
三、气硬性无机胶凝材料 .....	(261)
四、水泥(水硬性胶凝材料) .....	(262)
五、水泥混凝土 .....	(265)
六、砂浆 .....	(275)

第二节 工程施工.....	(277)
一、准备工作 .....	(277)
二、施工测量放线 .....	(280)
三、碾压土坝施工 .....	(283)
四、水坠土坝施工 .....	(285)
五、放水建筑物和溢洪道施工 .....	(288)
第三节 工程概(预)算编制.....	(289)
一、概(预)算编制的目的作用 .....	(289)
二、概(预)算的分类和组成 .....	(289)
三、概(预)算编制的依据及编制方法 .....	(290)
四、概(预)算定额 .....	(291)
五、工程概(预)算文件组成 .....	(291)
六、概算的审批 .....	(293)
主要参考文献 .....	(294)

# 绪 论

## 第一节 土壤侵蚀与水土保持工程学

### 一、土壤侵蚀

土壤侵蚀,是指土壤成分和岩石颗粒在外营力的作用下所受到的破坏、搬运、滚动、沉积或流失的过程。土壤侵蚀可分为地质侵蚀和加速侵蚀两类。地质侵蚀又称正常侵蚀或自然侵蚀,仅指起因于自然作用的过程。地球形成以后,自然侵蚀过程总是在发生着。而加速侵蚀是指受人为影响的侵蚀过程,诸如陡坡开荒,不合理利用土地,乱砍乱伐森林,采矿修路和各项建设随意弃土弃碴而造成水土流失等。

侵蚀的营力有风、水、温度变化和生物活动等。其中风和水是最主要的侵蚀营力。因此又把土壤侵蚀分为风蚀及水蚀。而水蚀一般又称为水土流失。

风 本身不能磨损岩石,但是,在风气流中呈悬浮状态分布的土粒或砂粒,甚至能使坚硬岩石遭到磨蚀。我国风蚀比较严重,大体东起通辽,经赤峰、张家口、集宁、准格尔旗、榆林、横山、靖边、环县、海源、榆中、东乡,沿祁连山北麓西上至青海祁连、冈察、湟源至曲麻莱这条400mm降雨量等值线以北的地区。近年,区内黑风暴屡屡发生,尘暴起来,“昼夜如晦,人物咫尺不辨”,给国民经济和人民生命财产造成巨大损失。

水 是最主要的侵蚀营力。降雨和大小河流都在冲刷和搬运土壤;冰雪消融剥蚀地面土壤;波浪侵蚀着海岸和湖岸,实际上,凡是有水运动的地方,水都在不断地侵蚀着它的界面。我国水蚀十分严重,黄土高原、四川紫色土区、湖南、江西红壤地区、贵州黄壤地区,以及东北一些黑土地地区,土壤侵蚀都极其强烈。据全世界11条河流的悬移质泥沙统计(表0—1),每年输送入海的泥沙量约60亿吨,黄河的流域面积占统计河流域面积的5.4%,而其悬移质泥沙量却占入海总泥沙量的28.1%,黄河的年径流量仅有长江的九分之一左右,而悬移质泥沙量比长江还多四倍。这与黄土高原土壤结构疏松,植被稀疏,地面破碎陡峭,暴雨强度大,泥沙输移比特性不同等因素有很大关系。

水土保持工程学是一门科学,它专门研究为防治土壤侵蚀,保护与合理开发利用水土资源而兴建的治坡、治河、治沙、治滩等工程措施的规划和设计。

水土保持工程是水土保持综合治理措施的重要组成部分。水土保持工程的作用,是通过各种工程措施来改变小地形(如坡改梯,引水拉沙等),拦蓄地表径流,增加土壤入渗,防止地面再度侵蚀,改善农业生产条件,充分利用光温水土资源,建立良好生态环境,达到减少或防止土壤侵蚀,合理开发和利用水土资源。

表 0-1 国内外主要河流径流泥沙特征值统计表

河 名	流域面积 (万 km <sup>2</sup> )	年输沙量 (亿 t)	年径流量 (亿 m <sup>3</sup> )	平均含沙量 (kg/m <sup>3</sup> )	侵蚀量 (t/km <sup>2</sup> ·a)
黄 河	75.24	16.80	432.0	37.60	2232.9
恒 河	95.50	14.51	3710.1	3.92	1519.4
布拉马普特拉河	66.60	7.26	3840.0	1.89	1090.1
长 江	180.72	4.78	9211.0	0.52	264.5
密西西比河	323.00	3.12	5645.0	0.55	96.6
印度河	96.60	4.35	1750.0	2.49	448.9
伊洛瓦底江	43.00	2.99	4270.0	0.70	695.3
密苏里河	137.00	2.18	6160.0		159.1
科罗拉多河	63.70	1.35	490.0	50	211.9
红 河	11.90	1.30	1230	1.06	1092.4
尼 罗 河	297.80	1.11	0	1.25	37.3

## 二、水土保持工程

水土保持工程一般可分为四类：

### (一)坡面治理工程

坡面治理工程有坡改梯工程(如修水平梯田、条田、隔坡梯田、坡式梯田、软埝、引水拉沙造田等)、蓄水工程、涝池、坡面截流和排水工程(截水沟、鱼鳞坑、水簸箕、水平阶、水平断续沟、水平沟埂、山边沟等)和坡面道路工程等。

坡改梯工程 主要是改变坡地小地形,变坡地为平地(水平梯田),截短径流流线,拦蓄径流,减少土壤侵蚀,提高土壤肥力,增加农作物产量。

蓄水工程 主要用以拦蓄山坡、村庄、场院、道路、农田的降雨径流,减轻土壤冲刷,为农田灌溉、人畜用水提供水源。

坡面截流和排水工程 在北方超渗产流区,截流工程的作用在于拦截坡面来水,使雨水在截水沟、鱼鳞坑、水平阶、水平沟等地富集叠加,提高造林成活率,增加农田水分,减轻土壤冲刷。而在南方的蓄满产流区,修筑山边沟,意在分散径流,防止农田冲刷和崩岗的发展。

坡面道路工程 坡地修成梯田后,连续的地面被台台梯埂截断,人畜不能随意通行,这时需要规划好上山和通往农田的道路,以利耕种和收获。而在黄土高原沟壑区,沟坡是重要的后备土地资源,为了提高人口环境容重,必须开发沟坡土地资源,而修好沟坡防蚀道路,则是开发沟坡土地资源成败的关键。

### (二)沟道治理工程

沟道治理工程主要布设在干、支、毛沟的沟头及沟床中,包括沟头防护工程、谷坊工程、淤地坝工程、山塘水库等小型蓄水工程、引洪漫地工程、山洪及泥石流排导工程,以及沟壑水资源利用工程等。

沟头防护工程 主要是防止沟头溯源侵蚀。黄土高原不少地方沟头溯源侵蚀仍然十分活

跃,沟壑面积不断扩大,土地资源被蚕蚀破坏。如固原县(宁夏)沟头年均伸延速度达 6.78m,其中最严重的赵新庄沟达 15.7m,12 年被蚕蚀耕地 1hm<sup>2</sup>,全县每年被蚕蚀耕地约 333.3~400.0hm<sup>2</sup>,十分惊人。

谷坊 主要用以巩固或抬高沟床的侵蚀基准,减缓流速,制止沟床下切,沟岸扩展,拦蓄径流泥沙,为沟床上的林草繁殖创造良好的生态环境。谷坊有土谷坊、石谷坊和柳谷坊等种。

淤地坝 主要是修建于水土流失区干、支沟道中的坝工建筑物。其作用是拦泥淤地,控制沟床下切和沟岸扩张,合理利用水沙资源。由于淤起的坝地,水肥条件优越,是很好的基本农田。黄河流域最早的淤地坝,不是人工修筑,而是天然塌方形成。明隆庆三年(1569 年),陕西省子洲县裴家湾乡王家圪洞,由于山体滑坡,壅塞沟道,形成天然聚淤,坝高 62m,淤成坝地 53.3hm<sup>2</sup>,坝地连年丰收,每公顷产量达 3750kg。人工修筑淤地坝,有资料可考的,是在明万历年间(1573~1619),建于山西汾西县,距今已有 400 多年的历史。

拦沙坝 主要建于发生泥石流的沟道中,其作用是拦蓄固体径流,减轻泥石流对下游的危害。

山塘水库 常建于坡、沟和山冲等径流汇集处,拦蓄坡沟洪水泥沙和承纳稻田排水,起调节径流、防止洪水、满足灌溉及人畜用水要求。

引洪漫地工程 是指为了导引山洪、坡洪、路洪、村洪、沟洪和河洪漫淤农田而修筑的拦洪坝、引洪渠、分洪闸、田间蓄洪围堤等建筑物的总称。洪水中含有大量细土粘粒和牲畜粪便等有机养分,可改良土壤结构,提高土壤肥力。

山洪、泥石流排导工程 主要是防止山洪泥石流的危害,保护村庄、道路、工矿企业及生产安全。

沟壑水资源利用工程 黄土高原许多沟道中常有泉水,可将其汇聚抽灌和解决居民点人畜用水。

### (三)河流护岸工程

护岸工程是防治山区河道(沟道)、河岸冲刷及塌岸扩张的重要措施。它可分护岸堤及导流堤两类。护岸堤起防止山洪横向侵蚀的作用。导流堤起改变洪水流向排导作用。

### (四)水力综合治沙工程

水力综合治沙,是以水为动力改造利用沙漠、开发土地资源的一种方法,是沙区根治干旱、风沙、水土流失,实行综合治理措施之一,是建设基本农田、坝库、鱼池,发展粮食生产和多种经营的有效途径。它是利用沙区河流、海子(湖泊)、水库的水源,自流引水或机械抽水冲拉沙丘。将沙挟带到人们需要的位置的措施,叫引水拉沙。用这种方法造田,叫引水拉沙造田;用来筑坝,叫引水拉沙筑坝;用来修渠,叫引水拉沙修渠;用来筑堤,叫引水拉沙筑堤治河造田。

陕西榆林地区府谷、神木、榆林、横山、靖边、定边紧靠毛乌素沙地南缘,有 1.7618 万 km<sup>2</sup> 沙化土地,自 300 多年前的明代以来,就创造了引水拉沙改造荒沙荒滩的技术,有效地遏制了沙漠南侵的势头,实现了人进沙退。沙区自然面貌和生态环境发生了巨大变化,为资源开发和经济持续发展创造了条件。

在小流域水土流失的综合治理中,工程措施必须与生物措施、农业耕作措施等科学地配置,方能取得最优的总体功能与效益。

## 第二节 水土保持工程的主要内容和性质特点

### 一、水土保持工程的主要内容

水土保持工程是防治水土流失的重要措施之一。内容主要包括：(1)水土保持工程规划；(2)坡面、沟道、泥石流、河道整治、水力综合治沙等治理工程的设计原理和施工方法。

由于土是水土保持工程的重要建筑材料和地基基础，因而在课程中对土的基本物理力学性质、土的强度和稳定性，以及挡土墙结构上的土压力也作了一般介绍。

### 二、水土保持工程学的性质和特点

水土保持工程学是一门以其他学科为基础的学科，其中主要有土力学、水力学、工程水文学、土壤侵蚀学、水工结构、农田水利工程和水土保持学等。因此，一般应先掌握这些学科的知识，通过实践运用，掌握全部知识。

从工程这一概念来讲，水土保持工程与一般小型水利工程相比在理论上并无多大区别，仅因其作用性质及任务不同而已。水土保持工程是从防止水土流失出发，以蓄水保土或者合理排蓄变害为利为目的；水利工程是从控制调节径流出发，以蓄水用水为目的。前者偏重于“土”的保持和管理，后者则偏重于“水”的利用和管理。它们的勘测、规划、设计理论基本相同，仅在规划布设、建筑物标准、拦蓄库容要求、防洪方式、泄水建筑物配置等方面有所区别。譬如水土保持中的拦蓄工程(淤地坝)，是为了拦泥淤地、抬高侵蚀基准面、稳定沟道为目的；而水利工程中的拦蓄工程(如水库)则以蓄水拦洪灌溉、发电为目的，且避免泥沙淤积。

由此可以看出，水土保持工程，主要是为充分利用水沙资源和土地资源合理利用的工程措施，包括工程勘测、规划设计及工程施工等方面的内容。所以，水土保持工程具有内容多方面性的特点，它除具有自身特点之外，还具一般水利工程的性质，后者并是前者的基础。

### 三、水土保持工程存在的问题

我国水土保持正向“高、深、细”方向发展，水土保持工程仍有许多生产实际问题没有得到完满解决，需要深入开展研究。如山坡(特别是地形复杂的黄土高原地区)土壤侵蚀预报，流域产水产沙预报，坝系优化规划(洪水设计、布坝密度、建坝顺序等)、坝系防洪保收规划设计，梯田优化规划设计，山坡节水灌溉管网优化设计与规划布设。水土保持措施平面与立面优化配置原理与依据，县域级水土保持综合治理优化规划，中国降雨侵蚀力图的编制，水土保持效益评价指标体系的建立及评价方法的选择等等，均需深入试验研究。

## 第三节 水土保持工程学发展简史

### 一、我国水土保持工程发展历史

水土保持工程和其他技术科学一样，是人类实践经验科学系统理论的总结。

早在奴隶社会时期,黄河流域就有大禹“平治水土”的传说。在 3000 多年历史中,从西周到春秋战国、秦、汉、魏、晋,随着农业生产的发展,逐步提出了合理利用土地的要求,并采用了蓄水保土、保护山林和在缓坡平整土地等保持水土的措施。唐、宋以后,进而创造了在塬坡及丘陵坡地修筑梯田和在沟壑中筑坝拦泥淤地的措施;一些干旱地区,创造了水窖、涝池、山塘等小型拦蓄措施。

《左传》记载,鲁襄公二十五年(公元前 548 年),楚国蒍掩的《庀赋》对不同类型土地,提出不同利用方式和征收赋税的原则。《商君书》记载,先王时代,有“任地待役之律”,即一个地区各类土地的利用,要有一定的比例。具体要求,山林占十分之一,湖沼占十分之一,溪流占十分之一,城镇道路占十分之一,恶田占十分之二,良田占十分之四,这种利用土地的原则,开创了我国及世界合理利用土地规划之先河。黄河流域是我国文化的发祥地。早在 400 多年前,后稷就开始采用耑田法。到商代,伊尹创造了区田法。西汉时农官赵过把耑田种植等技术进一步发展为代田法,并把它推广到河南、山西、陕西及甘肃东部一带,比一般耕作法增产 25%~50%。

周时,在平原下湿地开挖“沟洫”,起到蓄水保土、减轻土壤冲刷的作用。开沟取土时,培土于沟上或沟下,就形成了沟坡式坡式梯田。沟洫的发展与梯田的产生和发展,有较密切的联系。自然留下地埂,虽然田面尚未水平,但从上至下,台阶分明,初步显现出梯田的雏形。梯田是我国水土流失区极为重要的基本农田,始见于南宋范成大(公元 1126~1193 年)的《骞鸾录》:“出庙三十里,至仰山,缘山腹乔松之磴甚危,岭阪之上皆禾田,层层而上至顶,名梯田”。我国现有梯田 3 亿多亩,对控制水土流失,增产粮食起了重要作用。梯田从田面平整程度来划分,有水平梯田、坡式梯田、隔坡梯田;从田埂建筑材料来分,有土埂梯田、石埂梯田、草埂梯田、灌木埂梯田;从种植利用来分,有水稻梯田、旱作梯田、果木梯田、经济作物梯田;从梯田的修筑方法来分,有人工梯田、机修梯田等。

## 二、梯田工程发展简况

水平梯田是我国年代久远的水土保持方法,且驰名于世。事实上,水平梯田几与农业一样古老,广泛地分布于世界许多地区。如北非、地中海沿岸、法国、中美洲及亚洲、日本、印度、菲律宾、印度、韩国及东南亚等地。秘鲁安第斯山地区即保存有 2500 年以上的水平梯田。我国台湾省的水平梯田构筑技术,初由大陆农人传入,主要用于水稻栽培;日本占领时代,则曾在蔗园、茶园和桑园推广,现今仍是台湾省的主要水土保持措施,占全省水土保持工作量的 50% 略强。

美国 19 世纪中叶曾盛行欧洲传入的山边沟。20 世纪初期,曾在威斯康辛从事水平梯田之试验研究,并在若干地区应用。后因其修筑费工,又碍耕作,且不利施工机械化,而决定扬弃。现在美国坡耕上的治理工程措施主要为宽垅水平梯田、地埂、隔坡梯田和垄沟区田等。

波多黎哥分布有内斜式水平梯田,日本主要为外斜式水平梯田。

## 三、黄土高原独特的水土保持工程措施

筑淤地坝是黄河流域群众具有独创性的水土保持工程措施。黄土高原山西汾西县修筑淤地坝约有 400 余年的历史。洪洞、赵城等县的坝地,不仅有 100 多年的历史,且比较集中连片,已形成沟地川台化,充分发挥了增产、减沙作用。

引洪漫地,充分利用水沙资源,在我国黄土高原也有悠久的历史,陕西省富平县赵老峪的



引洪漫地,起源于战国时的秦国,距今已有 2000 多年,它使“地土高燥的穷乡僻壤”变为“土润而腴”的肥沃良田。赵老峪与定边八里河、礼泉赵镇、泾阳冶峪河合称陕西四大古老引洪灌区。内蒙古境内的大黑河引洪漫地,在清代的 200 多年时间内,先后修建万亩以上引洪渠四条,发展引洪漫地数万亩。

上述事实雄辩地说明,我国历代保护土壤、合理利用水土资源的诸多水土保持工程措施,无疑对推进水土保持工程的发展做出了巨大的贡献。

#### 四、美日治理沟壑的主要措施

美国在治理沟壑时,采取的水土保持措施主要有以下几种:

(1)草皮排水道 就是对田间原有天然排水道修整种草,变成安全排水道。排水道集水面积适宜于  $0.6\sim 0.8\text{km}^2$ ,否则草皮难以稳定。

在西欧和东欧一些国家(如罗马尼亚),草皮排水道也得到广泛应用。

(2)封沟育林育草 封沟、禁止放牧是治理中、小沟壑的最简单和最经济的方法之一。

(3)沟头防护 在沟头选择合适的地形部位修建土坝,然后在坝迎水面坝脚处修建一竖管型井式排水口,竖管的顶端高程以保证坝上能形成稳定比降为准。竖管联接到卧管上,卧管穿过土坝坝身至坝背水坡坝脚处出流。

(4)削坡填沟 利用推土机将沟岸的土推入沟中,种植草皮。

(5)坝库工程 对大、中型沟道,可于沟中修建坝库工程,坝库设有溢洪道,按 25 或 100 年一遇洪水标准设计。

在日本,由于山势突兀,河流短促,水流湍急,在一些岩层中常夹有松散的碎屑状火山灰岩沉积物,因而多采用钢板桩上焊接钢丝网,和在铁丝网上喷水泥砂浆固结护坡,在沟道中修建砌石、钢构式和混凝土坝拦沙。

### 第四节 我国在水土保持工程上的主要成就

我国在水土保持工程上的成就,在第三节中已有大致介绍。据不完全统计,全国新修水平梯田近 700 万  $\text{hm}^2$ 。其中黄河流域所修梯田(包括塬面条田、埝地)339 万  $\text{hm}^2$ ,打淤地坝 10 万多座,淤成坝地 30 万  $\text{hm}^2$ ,其它基本农田 14 万  $\text{hm}^2$ 。有效地拦蓄了径流泥沙,改善了农业生产条件。在水土保持工程上的成就可归纳为下列几个方面:

#### 一、完善了整治黄土高原国土的方略

黄土高原严重的水土流失,是黄河泥沙的主要根源。黄土高原如何整治,黄河如何治理?自明清至今,不少专家曾提出许多建议。

明代周用提出“沟洫治黄”论,主张在整个流域面积上修建沟洫,拦蓄径流泥沙。徐贞提出在上游采取“散水”措施,把洪水分散拦蓄利用,使其散而不聚。

清代胡定提出“汰沙澄源”的主张,即在黄河上中游各支流的沟壑中筑坝淤地,拦截泥沙,减少泥沙入黄。

近代水利专家李仪祉提出荒山荒坡造林种草,防止冲刷;坡耕地修阶田,开沟洫,截留田间