

水土保持工程

(上册)

水土保持工程教研室

西北林学院

一九八六年二月



编 者 的 话

本讲义是根据《简易水土保持工程讲义》删简而成，适用于非水保专业用。考虑到有关专业基础课，如水文学、水力学、工程力学等内容，故本讲义第一章介绍了“水文基础知识”，并在其他章节按工程设计计算要求，还对风力计算作了扼要介绍。

本讲义约三十多万字，是根据80学时的教学计划安排的。因此在讲授时只能抓住基本内容精讲，着重讲述基本概念、基本公式、基本计算方法，使学生掌握分析问题，解决实际问题的基本技能。为使学生理论联系实际，每章可安排必要的作业（总数可为6~8题），以加深对本课程的理解和实际运用。

绪 论

一、我国水土保持工程概况..... 1

二、水土保持工程的基本内容和任务..... 3

第一章 水文基础知识..... 6

第一节 降 水..... 6

一、降水的分类..... 6

二、流域平均降雨量的计算..... 8

三、降雨量的各种特征值..... 11

第二节 蒸发与渗透..... 12

一、蒸 发..... 12

二、渗 透..... 16

第三节 径 流..... 25

一、流域及径流的度量单位..... 25

二、径流的形成及测量..... 28

第四节 泥 沙..... 56

一、泥沙的度量单位..... 56

二、泥沙测量..... 57

第五节	洪水与暴雨调查	6 4
一、	洪水调查	6 4
二、	暴雨调查	7 2
第六节	水文统计计算	7 3
一、	频率计算	7 4
二、	相关分析	9 3
第七节	小流域设计洪水计算	1 0 2
一、	概 述	1 0 2
二、	设计洪峰流量的推求	1 0 3
三、	洪水总量及洪水过程线的推求	1 1 0
第二章	坡面治理工程	1 1 4
第一节	梯田概述	1 1 4
一、	梯田分类	1 1 4
二、	梯田的作用	1 1 6
三、	梯田与基本农田	1 1 8
第二节	梯田的规划与设计	1 2 1
一、	梯田的规划	1 2 1
二、	梯田断面设计	1 2 8
第三章	沟壑治理工程	1 5 7
第一节	沟头防护工程	1 5 7

一、沟埂式沟头防护.....	1 5 7
二、蓄水池式沟头防护.....	1 6 1
三、排水式沟头防护.....	1 6 3
第二节 谷坊工程.....	1 7 5
一、谷坊工程的类型.....	1 7 5
二、谷坊工程的设计与水力计算.....	1 8 1
三、谷坊规划与施工的几个问题.....	1 8 9
第三节 拦砂坝.....	1 9 1
一、拦砂坝的类型.....	1 9 1
二、拦砂坝的库容及坝高的确定.....	1 9 6
三、拦砂坝的设计.....	1 9 8
第四节 淤地坝.....	2 1 8
一、淤地坝的作用及组成.....	2 1 8
二、坝系利用及规划.....	2 2 1
三、淤地坝工程设计.....	2 3 0
四、泥浆坝.....	2 8 9
五、坝系维护和管理.....	3 2 3
附录一 理论频率曲线 k_P 值.....	3 2 7
附录二 系数 σ 值 (根据 $\sigma = \frac{1}{n} R^{1/6}$).....	3 3 2

附录三 无定河中下游地区小流域设计洪水表..... 3 3 5

附录四 延河、无定河流域年侵蚀模数表..... 3 3 7

一、我国水土保持工程概况

我国是世界上农业生产发展最早的国家之一。我们的祖先。在长期的生产实践中，同水土流失进行着顽强的斗争，创造了丰富的治理经验。

水土保持在我国古代称“平治水土”。早在春秋战国以前，黄河中游地区就有“平治水土”的活动。《尚书》载周穆王时（公元前956年）作“吕刑”，有“鬲平水土，主名山川，稷降播种，农殖嘉谷”的记述。西周时期就开始平整土地和修建排水沟渠。在《小雅》诗集中有“小雅 苗章”记述召伯为申伯经营谢邑的事（约公元前821年），“原隰既平，泉流既清；召伯有成，王心则宁。”战国时期出现了改河造地，使“土返其宅，水归其壑”。

秦汉以后，随着山区耕地的大量开垦，水土流失日趋严重，水土保持也有了新的发展。梯田由河川向山坡上部发展，从西汉至唐代梯田已相当可观。唐代诗人杜甫（约公元760年）曾这样描写四川的梯田，“东屯大江北，百顷平若案。六月青稻多，千畦碧泉乱”。“梯田”一词在南宋时才正式出现，到了元、明、清对梯田的认识更深刻多了。清初蒲松龄在《农桑经》中就有“地无唇，饿煞人”的说法。

在沟壑治理方面，春秋时期（公元前550年）在《禹贡》中就有

修坡塘的记载，那是为了解决稻地的灌溉问题，到了西汉已相当普遍。

宋以后，水土保持工程向深度方向发展，把治田与治沟联系起来，著名科学家沈括在《梦溪笔谈》中指出：“水行地中，不减百余尺，其泥岁东流，皆为大陆，此理必然”。把水土流失的原因和后果都说清楚。明时徐贞明、周用都主张重视上游的治理并提出“使天下人人治田，则人人治河”。清初，陕西监察御史胡定指出“汰沙澄源”，他主张在黄河中游沟中打坝拦泥，是彻底的治黄方案。

从上述我们可以看出，我国水土保持工程具有悠悠久的历史，在长期的斗争中，积累了丰富的治理经验。但从鸦片战争以后，特别是国民党反动派统治时期，帝国主义的掠夺，官僚买办资本家和地主阶级的残酷压榨剥削，不顾劳动人民的死活，使水土保持工程受到极大破坏，给黄河下游人民带来深重的灾难。

新中国成立后，党中央和国务院对搞好水土保持非常重视。毛主席、周总理曾做过多次指示，并作出了许多重要决策。“愚公移山、改造中国”“必须注意水土保持工作”，已变成亿万人民的伟大行动，去年国务院又颁布了《水土保持工作条例》，把防治水土流失，保护和合理利用水土资源，看作是改变山区、丘陵区、风沙区面貌；治理江河，减少水、旱、风沙灾害，建立良好生态环境，发展农业生产的一项根本措施；是整治国土的一项重要内容。

三十多年来，全国已治理40万平方公里，占流失面积的四分之一。仅黄河中游从青海的龙羊峡到河南的桃花峪、青海、甘肃、宁夏、内蒙、陕西、山西、河南等七省（区）已治理面积7.5万平方公里，占应治理水土流失面积的17.5%。包括修建水平梯田3824万亩，坝地264万亩，引洪漫地及小片水地683万亩，修库坝数

千座。这些工程都发挥了重要的水土保持作用。据推算，已修的水平梯田每年可减少泥沙2亿吨，淤地坝每年拦蓄泥沙2亿吨，引洪淤灌减少泥沙1亿吨。修建的梯田可增产2—3倍，坝地和水地亩产超过了千斤，这是史无前例的，初步改变了那里的贫困面貌，证明了“水土保持是山区生产的生命线”是正确的。

我国水土保持工程取得了巨大的成就，但由于多方面的原因，输入黄河的泥沙未见显著减少，水土流失区的人民生活还不富裕，下游工农业生产还受洪水的威胁。在我国进入新的振兴时期，利用工程措施防治水土流失，合理利用水、土资源，是十分紧迫的。为社会主义祖国四个现代化的尽快实现，我们还要进一步改造山河面貌，大力推进水土保持工程建设，全面贯彻以“小流域为单元，全面规划，综合治理，集中治理，连续治理，植物措施与工程措施相结合，坡面治理与沟道治理相结合，田间工程与蓄水保土耕作措施相结合，治理与生产利用相结合，当前利益与长远利益相结合，讲求实效”的治理方针。

二、水土保持工程的基本内容和任务

水土保持工程是应用工程的原理向自然界水土流失现象作斗争的自然科学。换句话说，就是运用工程措施来防治水土流失。它关系着人类赖以生存的水土资源的保护，其目的在于合理利用水土资源的情况下维持较高的生产量以达永续利用。

水土保持工程防治水土流失是通过以下两个方面来实现：

1、防护 防护是通过改变小地形，达到改变径流形态，减少或防止土壤侵蚀现象的发生。包括大面积的田间工程，林草整地工程，

和各种防护工程等。由于小地形的改变，农田、坡面的地表径流渗透入地下；或沟谷侵蚀基点的抬高，使径流流态改变，从而土壤侵蚀得到减少或防止。

2. 拦蓄 拦蓄是通过修建各种工程，把已经转移的径流和泥沙加以拦蓄和利用，使之有利于生产的不断发展，达到在有限的范围内水土保持的目的。它包括有用洪用砂工程和库坝工程。如引洪漫地、淤地坝、拦泥坝、水窖、坡塘等。它可以就地利用。如原面吾同坝、水窖、涝池；也可以在流域的沟壑，在较长距离利用，如高含砂水流灌溉。

防护作用及拦蓄作用是有关联的一个整体的两个侧面，防护作用中也含有拦蓄，同样拦蓄作用中也含有防护作用。绝对的独立是不存在的。

水土保持工程按照其分布和作用，分为四类：坡面治理工程、沟壑治理工程、用洪用砂工程和防护工程。其中坡面治理工程和防护工程以减少径流冲刷保护土地资源为主；沟壑治理工程和用洪用砂工程以拦蓄和利用径流泥沙为主，变“水害为水利”。

水土流失受到各种自然因素和人为活动的影响，单靠工程措施是很不够的，还必须有其它的植物措施，耕作措施和水利措施相结合，才能互相促进，发挥正常的效益。

就植物措施（主要是造林、种草）来说，有了工程措施作基础，有利于植物的生长繁衍；相反，有了植物措施，工程措施就会安全长久的发挥效益。例如蓄水工程的修建，可以为植物群落提供良好的水肥条件，保证植物有稳定的生产基地；相应有了必要的植物措施，就会调节径流、防止侵蚀，改善生态环境，蓄水工程就会避免洪水的威

胁，减少淤积。因之，工程养生物、生物固工程是相辅相成缺一不可的两个方面。

就耕作措施来讲，有了工程措施作基础，就可以实现耕作现代化，可以利用一切先进技术来发展生产，提高产量，相反，耕作措施（如水平沟种植、沟垄种植、轮作套种等）的实施，就能蓄水保墒调节径流，减缓对工程措施的压力，间接的起着保护工程的作用。

水土保持工程与水利工程的关系更是密切，前者是从防止侵蚀出发，以蓄水拦泥及其利用为目的，后者从调节径流出发，以蓄水用水为目的。换句话说，水土保持工程偏重于“土”的保持管理，因之，水土保持也叫土壤保持；而水利工程偏重于“水”的管理。然而自然界水流和泥沙的运动又是不可分割的统一体，这就使这两个学科又有共同的地方，其结构型式基本相同，设计规划与施工的理论基础与程序基本一致。

由上述可以看出，水土保持工程研究的领域：有地表径流的发生、发展规律；径流、泥沙的运动规律；水、砂资源及土壤资源的合理利用及规划；工程的规划设计及施工等问题。这些问题与水文学、气象学、地貌学、土壤学、地质学及水利科学的各个学科关系非常密切，我们在讲述水土保持工程的同时，还要介绍一些有关的知识。

第一章 水文学基础

水土流失是由于各种内外营力作用的结果，其中，水是主要的外营力。水，既是流失的对象，又是流失的动力。从狭意的水土流失来讲，没有水的参与，水土流失就不会发生。因之，了解水文知识对于学习水土保持工程是很重要的。

水土保持工程规划设计，必须先知道降雨，特别是暴雨期间从一定面积上流出的径流量和泥沙量以及它们的变化规律。为此，收集有关水文、气象资料，并应用数理统计方法加以分析归纳，作为规划设计的依据。

第一节 降 水

一、降水的分类

降水的分类有多种方法，我们经常用到的是按降水强度和降水形成原因分类。

(一)按降水强度分。气象部门将降水分为：小雨、中雨、大雨、暴雨、特大暴雨；小雪、中雪、大雪等，其划分标准列于表1·1—1。

表 1. 1-1 降水强度划分标准

标准 等级	雨		雪
	毫米/日	毫米/小时	毫米/日
降水 强度 等级	小雨 < 10	小雨 < 2.5	小雪 < 2.5
	25 > 中雨 ≥ 10	0.8 > 中雨 ≥ 2.5	5.0 > 中雪 ≥ 2.5
	50 > 大雨 ≥ 25	16.0 > 大雨 ≥ 8.0	大雪 > 5.0
	100 > 暴雨 ≥ 50	暴雨 ≥ 16.0	
	200 > 大暴雨 ≥ 100		
	特大暴雨 > 200		

从水土保持试验资料知，上述降水强度划分标准中的暴雨，不一定产生大量的水土流失；相反，有时小雨却会招致水土流失的发生。这是因为除了与一日、一小时的降水量（即长历时的降水强度）有关外，还由几分钟、十几分钟的降水量（即短历时的降水强度）有关。因此，水土保持部门提出了另外的分级标准。目前，对我国黄土高原的暴雨标准尚未统一，如表 1. 1-2 所列。凡不同历时长内降雨强度超过表中标准者，均认为是暴雨。

表 1-2 暴雨标准比较表

降水量 (毫米)	历时 (分钟)	标准						
		5	10	30	60	240	720	1440
别尔格 (苏联)		2.5	3.8	8.0	12.0	27.0	45.0	60.0
方正三等 (黄土高原)		2.5	3.8	8.1	12.0	26.4	45.4	60.5
徐在庸 (黄土高原)		3.0	4.0	6.5	7.5	12.5		25.0
刘尔铭 (黄土高原)		2.3	3.4	7.5	10.8	23.0	38.0	50.0

(二)、按降水形成原因分。

地形雨 暖湿空气在前进途中，遇到高山的阻碍在迎风坡被迫上升。因冷却形成降水。因此，山的迎风坡常形成多雨中心；山的背风坡雨量较少，约为迎风坡的一半左右。地形雨的雨区大小，一般视气团和地形情况而异。但有时持续时间较长，在山区会引洪水。

对流雨 在夏季，当空气湿度较大、地面受太阳辐射而剧烈受热时，引起上层和下层空气强烈对流形成积雨云，其降水称为对流雨。这种雨一般强度大、雨区小、历时短，在小范围内产生水土流失，引起沟谷河流短暂的涨水，一般不会产生大的洪水。

气旋雨 气旋即低气压。我国大部分地区属季风区，夏季到来后，来自太平洋和印度洋的湿热气团与西伯利亚南下的干冷气团相会，使低压气流上升，绝热冷却发生凝结而降水。称气旋雨。气旋的规模较大。因此，降水范围广，降水历时长，强度也较大，可产生强烈的水土流失，引起中小流域的山洪暴发。

台风雨 源于赤道附近的热带强大气旋称为台风。由于气流急剧上升，冷却致雨，称台风雨。在我国的北京、宜昌、昆明一线以西不受台风雨的影响。

二、流域平均降雨量的计算

降雨量是指降落在地面上的雨水深度，以毫米计。由于降雨量在空间分布上是不均匀的，而气象部门提供的只是各雨量站的资料，这就是点雨量。在进行降雨径流计算时，必须采用流域平均降雨量，即面雨量。而雨量的计算，目前采用的方法有三种：算术平均法、面积加权法和等雨量线法。

(一) 算术平均法：当流域内雨量站多而分布均匀，地形变化又不大时，流域平均降雨量 \bar{X} 可用下式计算：

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \quad (1.1-1)$$

式中， X 为流域平均降雨量(毫米)； $X_1、X_2 \dots X_n$ 为流域内各雨量站同一时段的降雨量(毫米)； n 为流域内雨量站的总数。

(二) 面积加权法：也称泰森多边形法或多边形法。

在流域内雨量站较少，分布又不均匀的情况下用此法。首先在地形图上将流域内及流域外附近的雨量站用直线联成许多三角形(如图1.1-1中虚线所示)，注意两条线不能中途相交，且尽可能联成

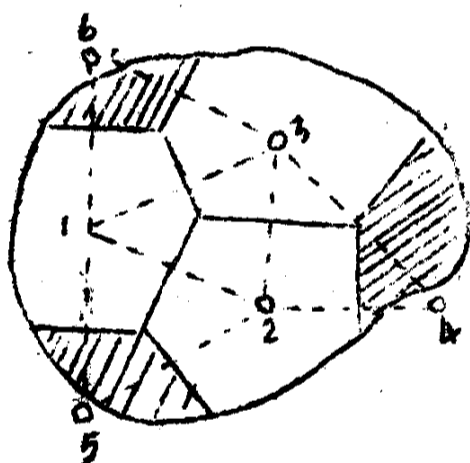


图1.1-1 泰森多边形法示意图

锐角三角形；然后在各三角形的每条边上作垂直平分线，这些垂直平分线将流域分成若干个多边形(图1.1-1中实践所示)。每个多边形内有一个雨量站，以各个多边形在流域内的面积作为权数，乘以雨量站的降雨量，然后取平均值，即为流域平均降雨量 \bar{X} ，其计算式为：