



高等学校教材

专科适用

水土保持原理

南昌水利水电专科学校 王汉存 编



高等学校教材

//////////////////// 专 科 适 用 //////////////////////

水土保持原理

南昌水利水电专科学校 王汉存 编

水利电力出版社

(京)新登字115号

高等学校教材
(专科适用)

水土保持原理

南昌水利水电专科学校 王汉存 编

*

水利电力出版社出版

(北京三里河路6号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

水利电力出版社印刷厂印刷

*

787×1092毫米 16开本 8.75印张 191千字

1992年11月第一版 1992年11月北京第一次印刷

印数 3001—2380 册

ISBN 7-120-00231-7/TV·119

定价2.35元

内 容 简 介

本书系统地阐述了水土流失的原因和分类,水土保持的方法、措施以及侵蚀土地的改造与利用。

全书包括绪论和两篇(共五章)。绪论介绍土壤侵蚀的概念、水土保持原理的内容、意义和水土保持简史;第一篇为水土流失形式(分三章),论述了各种水土流失形式的产生和发育机理,预测预报和防治措施以及侵蚀土地的改造与利用;第二篇为影响水土流失的因素和土壤侵蚀等级的划分(分二章),阐述了水土流失与各影响因素间的相互关系,重点介绍了几种岩石分布区的水土流失和水土保持以及土壤侵蚀等级划分的主要方法。

本书为我国南方地区水土保持专业大专教材,亦可供水保、农业、林业、水利、环保和地学等科技工作者参考。

前 言

我国面积辽阔,大部分国土都存在着程度不等的土壤侵蚀,障碍着农业生产和国民经济的发展。因此,大力搞好水土保持工作,普及水土保持知识,搞好水土保持教育,对于保护、改善生态环境,促进我国四个现代化的建设,具有重要的现实意义。

《水土保持原理》是水土保持科学的基础与综合。遵照水利部1988年大专教材编写会议的精神与安排,笔者在学习国内外水土保持科学研究成果和生产实践经验的基础上,编写了本教材。

教材内容以阐述土壤侵蚀机理为主,从理论上使其进一步系统化;并结合生产实践中的应用,分别介绍了不同侵蚀形式的水土保持措施和侵蚀土地的利用;根据水土流失具有区域性的特点,本书重点反映了我国南方的水土流失和水土保持。

水土保持的历史虽然悠久,但作为一门科学,则产生得较晚。迄今,我国有关水土保持方面的专著甚少。笔者将大量分散的、零碎的资料整理成教材,除已列的主要参考文献外,并得到长委、珠委、淮委、四川和江西省水保办公室以及皮永丰、包忠谟、载承中等同志提供的资料;此外,尚有许多已刊、未刊的科研成果和资料。因限于篇幅,而未列出目录,谨向有关作者表示谢忱。

本教材编写之前,田园教授曾对教材的结构和层次安排做了书面指导;初稿完成后,包忠谟副教授对全书做了认真的审阅与修改。对于他们热情的帮助和支持,在此表示衷心的感谢。

由于笔者水平有限、经验缺乏,时间短促,错误和不足在所难免,希望读者多加批评指正。

编 者

1990年3月

目 录

前言

绪论	1
一、土壤侵蚀(水土流失)的概念	1
二、水土流失的严重性与水土保持工作的重要意义	2
三、水土保持科学的研究内容及其与有关学科的关系	5
四、水土保持发展简史	7

第一篇 水土流失的形式

第一章 水力侵蚀	11
第一节 面蚀	11
一、雨滴击溅侵蚀	11
二、坡面径流侵蚀	16
第二节 沟蚀	21
一、沟蚀的概念与特征	21
二、沟谷流水的侵蚀作用	22
三、沟壑发育的动态过程与沟壑化程度	26
四、沟蚀预报	29
五、沟蚀的防治与侵蚀沟的利用	31
第二章 风力侵蚀和重力侵蚀	36
第一节 风力侵蚀	36
一、风蚀的概念与分布	36
二、风沙流的特征	37
三、风沙侵蚀作用	39
四、风沙搬运作用	39
五、风沙堆积作用	41
六、沙丘	41
七、风沙治理与沙丘的改造利用	43
第二节 重力侵蚀	45
一、块体运动的力学分析	45
二、泻溜、陷穴与崩塌	47
三、滑坡	49
第三章 混合侵蚀和我国水土流失类型区的区划	57
第一节 崩岗	57
一、崩岗侵蚀的分布特征	57
二、崩岗侵蚀的成因分析	58
三、崩岗地形与崩岗侵蚀	59
四、崩岗的沟形与沟系	60
五、崩岗侵蚀的阶段性的	61

六、崩岗侵蚀的危害和治理	62
七、崩岗侵蚀的防治	62
第二节 泥石流侵蚀	65
一、泥石流的概念与特征	65
二、泥石流沟谷的地貌形态	65
三、泥石流的形成条件	66
四、泥石流的分布	67
五、泥石流的类型	68
六、泥石流野外调查	70
七、泥石流的防治	72
第三节 我国水土流失类型区的区划	74
一、水力侵蚀为主的类型区	74
二、风力侵蚀为主的类型区	75
三、冻融侵蚀为主的类型区	75

第二篇 影响水土流失的因素和土壤侵蚀等级的划分

第四章 影响水土流失的因素	76
第一节 影响水土流失的自然因素	76
一、气候	76
二、地质	80
三、地貌	98
四、土壤	105
五、植被	110
第二节 水土流失量的预测	114
一、通用土壤流失方程的发展	114
二、通用土壤流失方程的基本内容	116
三、通用土壤流失方程的作用	116
第三节 人类活动对水土流失的影响和水土保持的作用	118
一、人类加剧水土流失的活动	119
二、人类保持水土的积极作用	121
第五章 土壤侵蚀等级的划分	123
第一节 土壤侵蚀等级划分的主要依据与方法	123
一、侵蚀模数	123
二、土壤剖面	125
三、地貌形态	125
四、林草覆盖度	126
五、土壤侵蚀强度值	126
六、其它方法	127
第二节 土壤侵蚀等级分级指标	127
一、土壤侵蚀强度	127
二、土壤侵蚀程度	129
三、土壤侵蚀潜在危险程度	130
主要参考文献	131

绪 论

一、土壤侵蚀（水土流失）的概念

土壤侵蚀是自然界中的一种普遍物理、化学现象，其含义甚广，学者们的见解不一。如苏联的A.C科兹缅科和A.A阿尔曼德等认为：土壤侵蚀仅限于地表径流对土壤的破坏与搬运。我国的朱显谟教授对土壤侵蚀曾做过如下的定义：“在风和水的作用下，地面土壤被剥蚀搬运和沉积的整个过程”。但是，由于土壤侵蚀包括了水力侵蚀、风力侵蚀、重力侵蚀和冻融侵蚀等，因此，我们认为恰当的概括应该是：土壤侵蚀就是在外界自然力量和人类不合理的经营活动影响下，土壤、母质、风化物、甚至基岩被剥蚀破坏、搬运和沉积的全过程。我国通称的水土流失，严格地讲应属土壤侵蚀中的水力侵蚀范畴，而且除指土壤、母质的流失外，尚包括水的损失。不过习惯上，人们常将“水土流失”与“土壤侵蚀”两词等同起来使用。

在外界自然力量的影响作用下，土壤侵蚀始终在不停顿地进行，这是一个自然存在的客观规律。例如：高地遭受风化剥蚀，在水、风和重力的作用下，剥蚀产物发生搬运，到低地堆积，造成地壳表面的高地在夷平，凹地在填高。类似这样反复进行的侵蚀——搬运——堆积过程，即为地质侵蚀。但在人类不合理的活动影响下，大大加速了地质侵蚀的进程，导致了水土流失的产生与发展。

土壤侵蚀，按性质来分，有正常侵蚀和加速侵蚀；按时间来分，有古代侵蚀和现代侵蚀。

（一）正常侵蚀

亦称常态侵蚀、自然侵蚀、允许侵蚀或无明显侵蚀。在具有良好植被的山丘，采取了综合水土保持措施的梯田，以及坡度平缓的平原、阶地，土壤侵蚀速度非常缓慢，当侵蚀速度小于或等于土壤形成速度时，这种侵蚀不破坏土壤及其母质，肥力也不会降低，它是土壤发育中的代谢更新过程，有利于土壤自然肥力的提高，这种侵蚀称为正常侵蚀。

由此可见，土壤形成速度是确定正常侵蚀的主要标志，美国水土保持学者称之为允许侵蚀极限。但是，这个允许侵蚀极限很难确定。土壤学者们认为：在不扰动的前提下，每300年可形成25mm厚的表土层（Benett）；但在土壤扰动的条件下，土壤通气和淋洗作用由于耕作而加强，经过30年即可形成25mm厚的土层。美国农业部根据科研成果，确定了维持土壤生产力的最大年流失量允许值是：耕地为 $1250\text{t}/\text{km}^2$ ，林、牧场地为 $500\text{t}/\text{km}^2$ ；日本则将土壤年流失厚度小于1mm者，划为正常侵蚀；非洲的一些国家，根据地面组成物质，确定土壤侵蚀的允许值是：砂土为 $1250\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，粘土为 $1000\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 等。我国由于自然条件复杂，差异大，将允许侵蚀分别确定为200、500和 $1000\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

应当指出，这个允许侵蚀极限，只适用于有深厚母质的土壤，成土过程是指由母质变为土壤的过程。因此，允许侵蚀极限不适用于基岩裸露的我国北方土石山区、南方碳酸盐

岩，砂岩和砂砾岩等山区。

（二）加速侵蚀

当土壤侵蚀速度大于成土速度时，称为加速侵蚀。有时其速度和强度都非常惊人，以致一年或一次暴雨过程中的土壤流失量，相当于正常侵蚀时期的几十乃至几百倍。

（三）古代侵蚀与现代侵蚀

第三纪以后，人类出现以前的地史时期内发生的土壤侵蚀，称为古代侵蚀，其产生与发展，主要取决于当时自然因素的变化。例如：第四纪冰川的活动，地表径流的侵蚀作用，塑造、夷平了地面的起伏，它构成了今日地貌的基底。因此，古代侵蚀是现代侵蚀的前提和基础；现代侵蚀则是古代侵蚀的继续和发展。

现代侵蚀是指当人类出现以后，土壤侵蚀不仅受到自然因素的影响，而且还伴随着人们不合理的生产活动，引起剧烈的土壤侵蚀现象，给生态环境和人民生活带来严重的破坏和影响。此类侵蚀称为现代侵蚀，它是当今水土保持工作研究的重点。

（四）现代正常侵蚀与现代加速侵蚀

根据现代侵蚀发展的强度，可划分为现代正常侵蚀和现代加速侵蚀。在人烟稀少的地区，现代侵蚀主要是在各种自然因素的综合作用下发生，侵蚀速度相当缓慢，小于土壤剖面的形成速度，称为现代正常侵蚀。如我国南方红层盆地边缘，由变质岩系组成的中山、远山区，受人类社会活动影响较少；此外，在平原地区的高标准耕地，山区采取了水土保持措施的梯田，这些地区土壤侵蚀微弱，常属现代正常侵蚀。

在自然因素和人类社会经济活动共同影响下，现阶段的土壤侵蚀发展迅速、剧烈，对工农业生产危害甚大，这种侵蚀叫做现代加速侵蚀。如西北黄土高原丘陵沟壑区、南方风化层深厚的花岗岩丘陵和紫色砂页岩丘陵，当植被遭受破坏时，水土流失十分严重，农业生产受到极大的影响。

在实际工作中，如何区分现代正常侵蚀与现代加速侵蚀较为困难。除了前述的土壤最大年流失量允许值可供我们参考外，罗来兴曾根据黄土高原的侵蚀状况，提出过下列划分标准：

（1）虽然那里亦有现代加速侵蚀成分，但从程度和整体看，仍然没有超出自然侵蚀阶段，只要今后土地利用采取合理方式，是不会招致危害性的水土流失，特别是土的流失，暂称为自然侵蚀区。

（2）短暂时期内能造成大量水土流失，具有现代加速侵蚀的表现，只有采取治理措施，才能恢复自然侵蚀的面貌，这些地区称为现代加速侵蚀区。

其主要论点，是根据在侵蚀土地上是否需要采取工程、林草或其它措施控制水土流失，来区分现代正常侵蚀与现代加速侵蚀。

二、水土流失的严重性与水土保持工作的重要意义

水和土是发展农、林、牧业生产和人类赖以生存的基础，人的身体中70%~80%由水构成。没有水，就没有生命，就没有人类。土是人类的“无价之宝”，大地母亲，滋生万物，是人民生存立国之本。因此，制止水土流失，做好蓄水保土工作，对于发展生产，提高人民生活水平，促进我国社会主义的四个现代化建设和中华民族的兴旺发达，都具有十

分重大的意义。

(一) 水土流失的严重性

水土流失日趋严重,是当代人类面临的重大问题之一,也是自然资源遭到破坏、渐感匮乏的一个重要方面。全世界耕地约有225亿亩,由于水土流失,每年丧失0.75~1.05亿亩;每年有6万km²旱地退化;已有2000万km²的土地处于荒漠化边缘,将使6.28亿人口的生存发生问题。目前世界上遭受风蚀的面积,约占34%,遭受水蚀的面积约占31%。近60年来,世界上土壤侵蚀量增长了近20倍,即20年代30亿t,60年代90亿t,70年代240亿t,80年代为600亿t。非洲目前有22%以上农田受到水土流失的威胁,中美洲整个亚热带森林,已有1/4以上被毁灭。许多科学家指出,如果不采取保护措施,在未来的10年里,水土流失将成为人类环境的一个严重问题。

我国由于历史上长期处于封建统治,滥用农业自然资源,生态平衡遭到严重破坏,水土流失不断发生和加剧,据1987年水利部计划司的统计,全国水土流失面积132万km²,还有风蚀和沙漠戈壁120万km²。其中以西北黄土高原的水土流失最严重,已经形成沟壑纵横,地形破碎,沟深坡陡,生态环境恶化的状况。由于土地贫瘠,人口增长,曾经出现过“越穷越垦,越垦越穷”的恶性循环。黄河携带着流失下来的大量泥沙,在下游河南、山东境内淤积,以每年10cm的速度抬高河床,致使有的河段形成了高出地面7~8m的“悬河”,又导致黄河河堤“越加越高,越高越险”的恶性循环。东北肥沃的黑土,由于垦荒种植后,没有采取相应的保护措施,水土流失也很严重。开垦初期有机质含量为9%,现在一般降为3%。长江、珠江和淮河流域昔日翠绿的低山丘陵,不少已被裸岩、砂砾或红土所取代,四季常青的渔米之乡,出现了片片裸岩和荒漠。因此,从国外到国内,从我国的北方到南方,水土流失均已发展到严重的程度。

表 1 我国一些主要江河的水土流失状况

河 流	含 沙 量 (kg/m ³)	干流输沙量 (亿t)	输沙模数 (t/km ² ·a)	水土流失面积 (万km ²)	流失面积占流域面积的比例 (%)
黄 河	37.6	16	5000—10000	43	75
长 江	<1	5	492	56	31.1
海 河		1.6	1130	11.9	42.5
珠 江		0.82	195	3.3	8
淮 河		0.14	150	5.3	28.3

注 摘自郭廷辅《中国的水土保持》。

人们应该正确地认识大自然,不能盲目地向自然索取而导致破坏;只能利用自然客观规律,为人类的繁荣和进步服务。早在一百多年以前,马克思、恩格斯就已指出:“土地是我们的一切,是我们生存的首要条件”。“我们不要过分陶醉于我们对自然界的胜利,对于每一次这样的胜利,自然界都报复了我们”。这些科学的概括和预言,已为无数事例所证实。例如,50年代,苏联在哈萨克斯坦草原垦荒,引起了多次黑风暴,仅1933年一次

就毁掉了3亿亩农田。美国同样有类似的情况,1934年的黑风暴,由西向东横扫美国大陆,国会于同年通过了水土保持法案。1937年美国总统一罗斯福给议会的信中说:“毁掉自己土壤的国家,最终必将毁掉自己”。可见其对于水土流失的危害,给予了高度的重视和估价。《公元2000年的地球》一书的主编巴尔尼博士来我国访问时说:“在环境问题中,空气和水的污染固然十分重要,但第一位的问题却是土壤侵蚀,或称水土流失。解决这一问题对发展中国家更为迫切”;“我认为黄河流的不是泥沙,而是中华民族的血液。平均每年泥沙流失高达16亿t,这已不是微血管破裂,而是主动脉出血”。还说:“对于中国这样一个地多人的国家来说,更没有权利来失去自己的农田了”。这些话完全符合我国实际,很值得我们深思。

(二) 水土保持工作的重要意义

1982年6月,国务院发布了《水土保持工作条例》,这是我国水土保持工作的一个重要法规,也是我国30多年来水土保持工作经验的高度概括。《条例》总则的第一条指出:

“防治水土流失,保护和合理利用水土资源,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,是国土整治的一项重要内容。”水土保持的重要意义,具体表现如下:

1.充分利用、保护好我国有限的水土资源 水和土是国家极为重要的自然资源,是发展国民经济的基础。我国国土总面积居世界第三位,耕地面积占世界第四位,但按人口平均,耕地仅及世界平均数的27%;林地只及世界平均数的12%;草地不及世界平均数的一半。我国水资源总量,多年平均为27000亿 m^3 ,居世界第五位,但按人口平均不到世界平均数的四分之一,而且水资源的年际和季节间的变幅很大,地区分布很不平衡。今后随着人口的继续增长和工农业的发展,水、土资源不足,人多地少的矛盾将日益尖锐。水土流失是破坏土地资源的一个重要方面,也是社会生产力低的表现,水土流失严重地区都很贫困,仅能维持简单的再生产。黄土高原剧烈侵蚀区,每年可剥蚀约1cm厚的表土,大量的土壤和氮、磷、钾肥料付之东流。在江南和北方的土石山区,土层很薄,万年沃土,一旦毁掉,更难以恢复,将会完全丧失生产条件,不仅影响到我们当代人的生产生活,还将影响到子孙后代和民族的生存。

防治水土流失,是改变祖国大地面貌,发展农、林、牧、副、渔业等各项生产的生命线。国土是立国之本,搞好水土保持,珍惜每一寸土地,保护和合理利用好我们有限的水、土资源,不仅是国民经济建设当务之急,也是造福万代的根本大计。

2.促进生态系统的良性循环 保护自然环境,搞好水土保持,可以促进生态系统向良性循环转化,减少或消灭自然灾害的出现;否则,就将导致自然灾害的频繁发生。例如,四川省的森林资源不断遭受破坏,水土流失加剧,水份渐趋失调,土地趋向干旱。据历史考证:由1801~1900年,典型干旱年为4%;1901~1950年为10%;1951~1979年为31%。同时,长江洪水灾害也日趋频繁、严重,在1911年以前的2000年中,平均每10年发生一次;解放前的40年中,平均每5年即发生一次。

实施水土保持,可以改善生态环境,促进良性循环。例如:日本的国土中,山地丘陵占81%,中央山脉纵贯南北,山高坡陡,河川短急,火山、地震、台风和暴雨频繁,重力

侵蚀经常发生。针对上述不利条件,日本吸取了历史上的惨痛教训,形成了“爱林”、“治水在治山”、“治国在治山”的指导思想,将多灾的山区,维护、改造成为绿色的海洋,从而大大控制并减轻了自然灾害的发生。据日本于1979年对已有森林的作用,如水源涵养、防止土壤侵蚀、固持土体、保健休养、野生鸟类和氧气供应等六项效益评价,共为24兆日元,约合人民币1900亿元,为同年日本国民生产总额的11%。在水土保持工作中,我国也出现了不少进行综合治理,改善了生态环境的先进典型。例如:四川省盐亭县林山公社、江西省兴国县塘背小流域、广东省电白县小良水保站和德庆县,不仅最大限度地防止了侵蚀和淤积,而且促进生态系统良性循环,出现了鸟语花香、五谷丰登的繁荣景象。

3.促进水利、航运、水产、旅游等国民经济的发展 水土流失不仅危害江河、湖泊、水库、渠道等水利设施,而且阻塞航运、污染环境,影响到水能开发和水产、旅游事业的发展。建国以来,全国修建了8万多座水库,总库容达4500亿 m^3 ,但由于水土流失,造成水库淤积,经济损失巨大。据估算,黄河中游的大型水库,每年损失库容近1亿 m^3 ;河北省23座大中型水库,建成后已淤积4亿 m^3 以上,占总库容的6.8%;北京官厅水库已淤积5.7亿 m^3 ,占总库容的25%;湖南的八百里洞庭,近30年平均每年淤积1亿 m^3 ,湖面面积已从1949年的4350 km^2 减到1977年的2740 km^2 ,大大降低了它调蓄长江和四水的洪水能力,威胁到湖南、湖北长江两岸人民生命财产的安全。

水土流失造成的河道壅塞、河床抬高,影响到交通航运,造成洪水泛滥。80年代全国内河通航里程,比30年前减少6.4万 km ,占原有里程的37%。

水土流失造成的河流含沙量增高、流量不稳、环境恶化和污染,还将影响到水能利用、水产和旅游事业的开发与发展。

相反,搞好了水土保持,就将出现山青水秀,风景如画的景象,促进航运、水利、水产和旅游等国民经济的全面发展。

从上述可以看出,搞好水土保持,不仅是水土流失地区恢复和发展经济的根本保证,而且对其相邻地区的经济发展也有着重要的影响。因此,它既是国土整治的一个重要方面,也是社会主义现代化建设不可缺少的基础工作。

三、水土保持科学的研究内容及其与有关学科的关系

(一)水土保持学和水土保持原理的研究内容

水土保持学是介于技术科学和环境管理科学之间的边缘科学。它是随着人类生存环境和水土资源遭受破坏日益严重情况下发展起来的新兴科学,具有高度的综合性,显著的实践性。竺可桢生前曾指出:“水土保持是和水土流失作斗争的一门科学”。辛树帜、蒋德麒曾将水土保持学的研究内容概括为,①研究水土流失的形式、分布和危害;②研究水土流失规律和水土保持原理;③水土流失调查和水土保持区划与规则;④研究水土保持的措施及其效益。

水土保持原理是水土保持科学的重要组成部分,它的主要任务是研究地表水土流失的形式,发生、发展规律和控制水土流失的基本原理。因此,水土保持原理是水土保持科学的基础与综合。只有在认真调查研究土壤侵蚀现象,掌握水土流失特征与侵蚀规律的基础上,才能避免盲目性和经验性的缺陷,从而拟定控制水土流失的基本原理,建立综合防治

体系，充分有效地利用水土资源。许多水土保持的成功事例，都是在研究并掌握了侵蚀规律以后出现的。例如：钱宁对黄河下游河道沉积物的分析研究，发现其中主要为粒径大于0.025mm的粗粉砂，据此，在黄河中游找出了粗粉砂分布的剧烈侵蚀区，为水土保持重点治理明确了方向；又如，泥石流是水土流失最严重的形式，它的爆发往往是因为地面存在丰富的松散固体物质，受强大的径流冲击所引起。因此，人们采用水土分家法，将地面径流引开，便能较好地控制泥石流的发生；再如，我国东南沿海，降水和径流都很丰沛，水土保持实践的积累，使人们认识了“水冲土跑”、“保土必先保水”的客观规律，从而采用水平沟、竹节沟等层层拦蓄径流的办法，争取水土不下山，控制水土流失。

水土保持原理的研究内容，虽然是属于水土保持科学的基础理论研究，但必须受到水土保持科学性质的约束，研究如何提高土地的蓄水保土效益；从区域实际出发，因地制宜地建立当地最佳的水土保持模式。以较小的投入，获得较大的效益，促进生态环境的改善和经济的发展。

在水土保持工作中，应该明确以保持水土为重点，而不应片面追求眼前的生产和经济效益，保持水土是治理问题，提高产量是开发问题，既不能为治理而治理，也不能只开发不治理，二者必须紧密结合，做到在治理中求开发，以开发促治理，把群众的长远利益与当前利益结合起来。

正确的技术路线，是实现科研和生产任务的保证。不同学科都有其自身特有的基本技术路线。水土保持科学的基本技术路线，应该是引进、试验和示范推广。所谓引进，是把别的科学或外地所取得的成果中，于我有用的东西拿来，为我所用，从而获得事半功倍的效果。引进必须结合自身特点和需要，加以消化和改造，这就要求经过试验。试验的任务是解决因地制宜，并获得某些创新和技术规范；试验的过程也就是优选过程。例如，黄土高原筛选出来的沙打旺、小冠花，天水站的草木樨，南方各地的黑麦草、苏丹草、象草等，都是经过充分试验而取得的。根据试验中取得的成果，进行小面积的治理示范，在当地政府的支持下，组织群众大面积推广。近年来，不少水土保持科学试验站和水土保持部门，遵循上述技术路线，努力实践，取得了许多丰硕成果，促进了水土保持事业和当地经济的发展。

（二）水土保持科学与有关学科的关系

水土保持与许多学科间，具有相辅相成的关系。

1. 基础科学 水土流失的产生与发展，与多种自然因素有关。在研究水土流失的成因和发展规律时，需充分应用有关学科的研究方法与成果，作为借鉴，以充实、提高水土保持科学的研究水平；同时，水土保持科学的发展，也会对这些学科产生影响。与水土保持有关的基础科学有：

（1）气象学和水文学。暴风骤雨是土壤侵蚀的主要动力，各种气象因素，气候类型和水文特征，对水土流失都有直接或间接的影响。因此，常以不同的气候类型区，作为水土保持区划时的一级划区指标。相反，水土流失的发展或通过水土保持的实施，对于大气层的下垫面状况、区域小气候、水文特征和生态环境，都会产生不同的影响。

（2）地貌学。地貌条件（尤其是坡度）是影响水土流失的重要因素，影响到水土流

失的分布与强度。因此，地貌区划常是水土保持区划的基础和前提；相反，土壤侵蚀又对地貌的形成和发育，起着塑造和加工作用。人类利用水土流失与地貌因素互相影响的原理，开展了修梯田、谷坊、坝库等措施，改变地貌，以“人工地貌”来控制水土流失。

（3）地质学。水土流失的产生与发展，与地质构造、新构造运动和岩石性质间的关系密切，明显地受到上述地质条件，尤其是地面岩石分布的制约。必须认识、利用这一客观规律，指导水土保持工作。

（4）土壤学。土壤是被侵蚀的对象，不同土壤具有不同的抗蚀、抗冲、渗水和蓄水能力，表现有不同的抗侵蚀性能；改良土壤性状，不仅可削弱与控制水土流失，尚可提高土壤肥力，促进农业生产。

2.应用科学 水土保持是为农、林、牧业生产服务的科学，原为农业、林业和水利科学的组成部分，随着水土保持事业的发展，才从它们之中分离出来，成为一门独立的科学。但与上述科学仍有着密切的联系：

（1）农业。在水土流失地区，水土保持是发展农业生产的基础。控制水土流失，改造穷山恶水，可以创造高产稳产的农业生产条件。在农业生产中，一些精耕细作的技术措施，如深翻改土、施肥、等高耕种、密植、草田轮作、套种、间种、草地改良等措施，都具有保水、保土、保肥的作用，成为水土保持的农业耕作措施。

（2）林业。水土流失的强度与程度，很大程度上决定于植被的覆盖状况，因此，常常根据植被的覆盖率，来划分土壤侵蚀等级。恢复植被，维护“青山绿水”，是水土保持工作中的一项战略性措施，是控制水土流失的根本保证，是改善生态环境的一个主要途径。当然，水土保持搞好了，也为林业生产与发展提供了基础。

（3）水利。水利科学中的水文学、水力学是研究土壤侵蚀规律的基础；水土保持工作中的灌溉、蓄水和排水等工程措施，又是直接来自水工和农田水利学。“水冲土跑”是水土流失的基本原理，所以，控制坡面径流，或削弱径流并实施合理排水，是保护土壤的重要措施。这些，都说明了水利科学是水土保持科学的重要组成部分。事物之间总是互相影响，互为因果的。水土保持又是根治水害，开发水利的基础，是保护江、河、湖泊和水利工程，并发挥其经济效益的根本保证。

3.环境科学 环境科学是研究人类活动对环境的影响，以及保护和改善环境的科学。水土流失破坏水土资源，污染空气和水源，目前我国许多城市空气中的悬浮微粒量严重地超过了国家规定标准；泥沙增加，水质污染，浮游生物量减少；局部尚出现酸雨、沙漠化和大面积的土地退化现象。水土保持和林业措施的实施，保护水土资源，有利于净化空气，改善水质，涵养水源，美化环境。水土保持和环境科学间，有许多共同领域是互相联系、互相影响的。

除上述三个方面，水土保持科学还与国土整治、农业工程、生态学等学科，有着密切的关系。

四、水土保持发展简史

（一）国外的水土保持发展史

今天，人们已经认识到，土壤侵蚀如果不是对人类实际存在的严重威胁，至少是对人

类幸福的一个严重威胁。目前，除欧洲以外的大多数政府，都积极支持土壤保持这一事实，也说明了上述论点得到了较普遍地承认。然而，在百年以前，关于土壤侵蚀的知识，尚鲜为人知。

根据中东国家早期的记载，少数希腊作品曾提到过土地改良；为使土地得到休养生息，荷马曾提倡过土地休闲；柏拉图将洪水和侵蚀与森林的毁灭联系起来；古罗马人弗吉尔和普利尼曾推荐过土壤保持农作。但是，直到十八世纪末，依然是寥寥数人大声疾呼，并未引起人们对水土保持的普遍注意。

1877~1895年，德国土壤学家沃伦第一次进行了土壤侵蚀科学实验研究。他用试验小区观测植被、地面覆盖物对防止降雨侵蚀和土壤结构恶化影响的一般界限；观测土壤类型和坡度对土壤冲刷的影响。1915年林业局在犹他州布设了美国第一个定量试验，1917年M.F.米勒于密苏里进行试验。根据上述试验，1923年出版了野外试验小区的成果。1928年以后，H.H.贝内特建立了数十个试验站网，进行了关于侵蚀防治工程措施和小流域径流方面的试验。这些都是在田间条件下进行的应用研究。19世纪30年代以后，L.D.贝佛、博斯特、伍德伯恩和G.W.马斯格雷夫，进行了侵蚀过程的探索性研究。1940年E.F.劳斯完成了自然降雨的详尽研究；W.D.埃利森于1944年完成了雨滴对土壤的机械作用研究。时至今日，大量资料表明，击溅侵蚀对土壤侵蚀过程具有重要的影响。

1954年以后，美国使用现代化的资料分析技术，定量地表明了田间试验小区的结果和侵蚀特征，逐步产生了土壤流失预报方程式；70年代初，美国农业部水土保持研究处对方程式进行了改进，这些成果，标志着水土保持科学的研究与发展进入了一个新阶段。

此外，苏联、澳大利亚、奥地利、日本等国对森林土壤改良、农田防护和荒溪治理等，也都做了大量科学研究工作。

（二）我国的水土保持工作发展简史

丘陵和山地，占我国国土面积的70%以上。随着人们社会经济活动影响的增大，水土流失趋向严重，不断威胁农业生产。我国劳动人民在与水土流失危害的斗争中，积累了丰富的实践经验，形成了一系列的水土保持措施和理论。这些宝贵的成果，不仅保护住我国有限的耕地，几千年来为中华民族的生存、繁衍与发展服务；而且，对世界水土保持科学的发展，也产生着有益的影响。

1. 历史上的水土保持工作 西周、春秋时期，我国中原地区的农业生产已有了一定的发展。《诗经》中“原隰（音习）既平，泉流既清”的诗句，就是当时“平治水土”的反映。战国时期，人们的社会经济活动，已扩大到丘陵和沮洳地（江河湖泊附近低凹积水的地方），打井、灌溉、排水技术已经出现。由于耕地范围扩大，森林破坏，水土流失加重，自然灾害频繁。“土返其宅，水归其壑”这一历史上最早的，具有水土保持内容的口号，开始被提了出来。西汉时张戎针对黄河指出：“河水重浊，号为一石水而六斗泥”，下游河道淤积，黄河决口，改道次数增多，逐渐形成了治黄需要结合水土保持的思想。

针对水土流失的危害，逐渐产生了一系列的水土保持措施。封山育林、恢复植被，远在西周时就被采用。秦国“一泽山”的法令，都是为了禁止伐山，破坏林木，保持水土而制订的。为了控制山区坡耕地水土流失，农民群众创造了区田，梯田技术。据汉墓资

料：2000年以前的西汉时期，已经出现了梯田的雏形。东汉时即有“结庐冈畔，下有陂田”的描述（即住宅在山腰，陂池、水田在山脚下）。南宋时，南方出现了高度发展的高山梯田。范成大所著《骞鸾录》（公元1172年）中，曾记录袁州（今江西省宜春县）仰山的高山梯田：“仰山，缘山腹乔松之磴（音登）甚危；岭阪上皆禾田层层而上至顶，名梯田”。这是我国文献中“梯田”一词出现最早的记载。此后的几十年中，袁州一带梯田建设迅速发展。到清初时，对梯田的效益进行了较系统的分析，如“农桑经”中指出：“山地得力在圪”，并指出圪的作用是“一则不致冲决，二则留水落淤，名为天下粪”。作为治沟措施的淤地坝及库塘历史也很久远，公元前六世纪安徽省寿春引淝水做成一座水库（芍坡），西汉时修建了大量坡塘（水库）。在晋、陕黄土高原沟壑区，清朝乾隆期间胡定提出过利用洪水泥沙的“汰沙澄源”治黄方案，这实际上是筑坝落淤，减少黄河泥沙危害的措施。

20世纪初，现代科学传入我国，逐步开展了水土保持科学试验研究，认识到了“山上开荒，山下遭殃”和“山低一寸（侵蚀所致），河高一丈（淤积所致）”的相互关系，提倡在河流上游造林，种苜蓿。一些科学工作者在山西五台山，青岛崂山和四川内江甘蔗试验场，进行调查并设立了径流小区。1940年旧黄委会内的林垦设计委员会，改名为水土保持委员会。从此，“水土保持”才作为专门术语使用。虽然他们也做了些科学调查研究，取得了一些成果，但由于得不到政府重视，实际成效甚少。

2. 新中国建立后的水土保持工作成就 新中国建立后，党和政府对水土保持工作非常重视，建立了各级行政领导部门和科学试验机构，提出治理方针、政策，颁布了有关条例、法令。水土保持工作由典型示范，逐步全面开展起来。但由于种种原因和十年动乱，使工作几起几落，受到影响。党的十一届三中全会以后，国务院采取了一系列措施，使水土保持工作重新得以振兴和发展。1982年成立了全国水土保持工作协调小组，同时颁发了《水土保持工作条例》，在同年8月召开的全国第四次水土保持工作会议上，提出了“广泛宣传，坚决保护，重点治理”的近期工作指导原则。“六五”期间推广了小流域综合治理的经验和以户承包治理小流域责任制，使治理效益与承包者利益直接结合，调动了广大群众的积极性。据1987年水利部计划司的统计资料：截止1985年底，全国累计治理面积46万 km^2 ，占水土流失面积的30%，总计造水土保持林38472万亩，种草4392万亩，修基本农田12048万亩。其中“六五”期间，完成治理面积5万 km^2 以上，造水土保持林5954万亩，种草1000多万亩，建基本农田899万亩。这一阶段，水土保持工作的发展具有两个特点：1）以户承包小流域，解决了长期以来存在的“治、管、用脱节，责、权、利分离”的问题，摸索到了依靠群众治理水土流失的新途径；2）按自然规律办事，推广按小流域进行综合治理的经验，做到经济效益与生态效益相结合，水土保持与治穷致富相结合。

在党和政府的重视关怀下，水土保持的科学考察与试验研究工作，也取得了很大成绩。从西北黄土高原，到东南红壤丘陵；从西藏山南山区，到东北山岭岗地，都做了不少工作。尤其是黄土高原，由1951年起先后组织好几次流域调查。1955~1958年中国科学院对黄河中游进行了水土流失综合考察。编制了《黄河中游黄土高原的自然、农业、经济和水

土保持土地合理利用区划》，出版了《水土保持手册》。此外，中央水利与农林等部门，还在海河、淮河、长江、珠江等河流，进行了类似的查勘工作。调查水土流失的形式与分布，水土资源的破坏，水土流失的规律，水土保持措施与效益。从而对黄河泥沙的来源与运行规律有了新认识；对土壤侵蚀的成因、分类及各影响因子间的相互关系，有了较深入的研究；并在水保工程施工技术（包括水坠土坝、水枪冲土）、机械修梯田、用洪用沙技术（包括引洪漫地、水浑蓄清、排浑淤灌等）、滑坡与泥石流的预报与防治、飞机播种造林种草、遥感制图、应用微机与系统工程进行水土保持规划，以及水土保持综合治理措施等方面，都取得了具体成果。

为搞好重点治理，自1983年开始选定了黄河流域的无定河、三川河、皇甫川、定西县，海河流域的永定河上游，辽河流域的柳河上游，长江流域的兴国县和葛洲坝库区等8片水土流失最严重的地区43个县、旗，作为国家重点治理区，目前有的已经或正在出现成效。

新中国建立以来，我国的水土保持工作虽然取得了一定的成绩。但是，就目前水土流失的规模和危害而言，我国仍是世界上最为严重的国家之一；仍存在边治理、边破坏，破坏大于治理的问题；水土资源的破坏，地力耗竭和生态恶化，已成为我国经济发展，尤其是山区和贫困地区经济发展的障碍和隐患。应该以对国家，对民族和子孙后代负责的态度，把水土保持工作当成全社会的大事来抓。水土保持科技工作者，肩负着改造山河，振兴中华的重任，需要发扬求实、创新、团结协作的精神，为提高水土保持科技水平，开创水土保持新局面做长期努力。