

注册土木工程师（水利水电工程）资格考试指定辅导教材

水利水电工程专业案例 (水土保持篇)

全国勘察设计注册工程师水利水电工程专业管理委员会
中国水利水电勘测设计协会

编

(2015版)

水土保持



黄河水利出版社

注册土木工程师(水利水电工程)资格考试指定辅导教材

水利水电工程专业案例

(水土保持篇)

(2015 版)

全国勘察设计注册工程师水利水电工程专业管理委员会 编
中国水利水电勘测设计协会

黄河水利出版社

· 郑州 ·

内 容 提 要

本书以注册土木工程师(水利水电工程)水土保持专业应掌握的专业知识和技术标准为重点,内容包括水土流失与水土保持调查与勘测、设计概述以及小流域综合治理和生产建设项目水土保持各项措施设计要点及案例,也包括项目管理、监督管理、监测、试验等方面的知识。本书可供从事水土保持规划、勘察、设计、咨询、项目管理等的专业技术人员学习使用,也可作为高校的专业教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

水利水电工程专业案例:2015 版. 水土保持篇/全国勘察设计注册工程师水利水电工程专业管理委员会,中国水利水电勘测设计协会编. —郑州:黄河水利出版社,2015. 3

ISBN 978 - 7 - 5509 - 1049 - 2

I. ①水… II. ①全… ②中… III. ①水利工程 - 工程技术人员 - 资格考核 - 自学参考资料②水力发电工程 - 工程技术人员 - 资格考核 - 自学参考资料③水土保持 - 工程技术人员 - 资格考核 - 自学参考资料 IV. ①TV

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 060087 号

出版社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市顺河路黄委会综合楼 14 层 邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371 - 66026940、66020550、66028024、66022620(传真)

E-mail:hhslebs@126.com

承印单位:河南省瑞光印务股份有限公司

开本:787 mm × 1 092 mm 1/16

印张:40.75

字数:992 千字

印数:1—3 000

版次:2015 年 3 月第 1 版

印次:2015 年 3 月第 1 次印刷

定价:118.00 元

注册土木工程师(水利水电工程)资格考试 指定辅导教材编委会

名 誉 主 编:	沈凤生	王柏乐			
主 编:	曾肇京				
副 主 编:	仲志余	袁定远	关志诚	周建平	温续余
	杜雷功	司富安	陈 伟	朱党生	孙荣博
编 委:	(以姓氏笔画排序)				
规 划 组:	龙超平	仲志余	刘子慧	杨 晴	邱忠恩
	沈佩君	张荣国	陈肃利	陈炳金	季学武
	袁定远	蒋光明	曾肇京	谭培伦	熊 明
	朱 勤				
结 构 组:	王仁超	王日宣	王宏斌	方光达	冯 平
	关志诚	刘锡岭	孙富行	严永璞	李启业
	李振富	杨 敏	吴鹤鹤	吴毅瑾	闵家驹
	张社荣	陆宗磐	陈登毅	林继镛	周建平
	练继建	钟廷英	钟登华	党林才	钱诗湘
	彭新民				
地 质 组:	马贵生	牛世玉	司富安	任自民	杜忠信
	余永志	汪雍熙	宋子奎	宋 焯	陈德基
	范中原	周火明	袁建新	徐福兴	高玉生
	蔡耀军	鞠占斌	魏岩俊		
移 民 组:	王晓峰	张一军	陈 伟	翟贵德	蔡 频
	潘尚兴				
水 保 组:	丁国栋	王秀茹	王英顺	王春红	王治国
	毕华兴	朱党生	朱清科	齐 实	孙保平
	纪 强	杨建英	余新晓	张 曦	张建军
	张洪江	赵廷宁	胡振华	段喜明	姜德文
	贺前进	贺康宁	贾泽祥	高甲荣	梁其春
	董 强	解新芳			
专业基础组:	孙荣博	苏加林	李亚娟	李孝振	陈 雷
	陈建军	雷兴顺	拜振英	董泽辉	

水利水电工程专业案例

(水土保持篇)

(2015 版)

编写人员(按姓氏笔画排序):

王凤翔 王白春 王利军 王治国 王春红 王艳梅
方增强 朱党生 闫俊平 纪 强 杜运领 杨伟超
应 丰 张 超 张 曦 张慧萍 陈三雄 苗红昌
孟繁斌 赵心畅 赵廷宁 姜圣秋 贺前进 贺康宁
董 强 黎如雁 操昌碧 魏元芹

前 言

为加强工程勘察与设计人员的管理,保证工程质量,国家对从事工程勘察与设计活动的专业技术人员逐步实行职业准入制度。注册土木工程师(水利水电工程)执业制度于2005年9月起正式实施,专业技术人员经考试合格,并按有关规定进行注册后,方可以注册土木工程师(水利水电工程)名义执业。实施勘察与设计执业制度后,在水利水电工程勘察与设计活动中形成的勘察与设计文件,必须由注册土木工程师(水利水电工程)签字并加盖执业印章后方可生效。根据执业岗位需要,注册土木工程师(水利水电工程)执业岗位划分为水利水电工程规划、水工结构、水利水电工程地质、水利水电工程移民、水利水电工程水土保持5个执业类别。

注册土木工程师(水利水电工程)资格考试分为基础考试和专业考试,基础考试合格后方可报名参加专业考试。基础考试分为两个半天,分别进行公共基础、专业基础考试;专业考试分为两天,分别进行专业知识、专业案例考试。基础考试不分执业类别;专业考试分执业类别。

为更好地帮助专业考生复习,全国勘察设计注册工程师水利水电工程专业管理委员会和中国水利水电勘测设计协会成立了由行业资深专家、教授组成的考试复习教材编审委员会,于2007年5月组织编写并出版了资格考试专用复习教材。针对2007年、2008年考试情况,全国勘察设计注册工程师水利水电工程专业管理委员会组织专家对2007年出版的教材进行了修编,并于2009年3月出版。

根据水利部《关于将水土保持方案编制资质移交中国水土保持学会管理的通知》(水保〔2008〕329号)的精神,水土保持方案编制资质移交中国水土保持学会管理。在中国水土保持学会《关于印发〈水土保持方案编制资质管理办法(试行)〉的通知》(中水会字〔2008〕第024号)中,水土保持方案编制资格证书分为甲、乙、丙三个等级,并规定了不同等级持证单位应配备的注册土木工程师(水利水电工程)(水土保持)人员数量。注册土木工程师(水利水电工程)水土保持专业的考试已涉及水利水电、交通运输、电力、煤炭等各类开发建设项目的水土保持方案编制和水土保持工程设计领域。为了使参加水土保持考试的人员更好地复习,经研究,2009年修订的教材对水土保持专业单独成册,并对水土保持相关内容进行了修改、补充,增加开发建设项目方面的内容以及各章节的案例分折,适当删减了科研试验方面的内容,并于2009年3月出版。

2009年以后,随着水土保持技术与管理的不断发展,相继修订、制定了部分水土保持技术标准。2010年颁布的《中华人民共和国水土保持法》对水土保持规划、治理、预防、监督等进行了新的规定。2009版教材部分内容与新水土保持法及新标准有不协调和不一致之处,迫切需要对2009版教材进行修编。

本次修编根据新水土保持法、部分新规范以及最近有关水土保持项目管理的规定,对2009版教材进行了充实、增补、修改和完善。重点根据《水土保持工程设计规范》(GB 51018—2014)、《水土保持规划编制规范》(SL 335—2014)、即将颁布的国标《水土保持调查

与勘测规范》对 2009 版教材进行调整,由 2009 版的八章调整为十一章,增加了第五章水土保持工程设计概述、第六章总体布局与配置、第九章施工组织设计;工程措施设计不分生态项目和生产建设项目,统一将耕作措施和工程措施设计调整为一章即第七章耕作与工程措施设计,而将林草工程设计单独成章列为第八章;其他章名称不变,仅对内容进行了修改、完善。

参加本教材编写的专家以其强烈的责任感、深厚的理论功底、丰富的工程实践经验以及对技术标准的准确理解,对教材字斟句酌,精心编撰,付出了辛勤劳动。本教材以注册工程师应掌握的专业知识、勘察设计技术标准为重点,紧密联系工程实践,不仅能够帮助考生系统掌握专业知识和正确运用设计规范、标准处理工程实际问题,也可作为各行各业从事水土保持勘察、设计、咨询、建设项目管理技术人员的专业学习读本,亦是高等院校一本很好的教学参考书。

本次修编是在 2007 版和 2009 版教材基础上进行的,值此教材出版之际,我们特别对 2007 版和 2009 版以及本次修编人员表示深切的谢意,对编者所在单位给予的关心和支持表示衷心的感谢,对黄河水利出版社展现的专业精神表示敬意。

**全国勘察设计注册工程师水利水电工程专业管理委员会
中国水利水电勘测设计协会**

2015 年 1 月

目 录

前 言

第一章 水土流失与土壤侵蚀	(1)
第一节 水土流失与水土保持	(1)
第二节 我国土壤侵蚀类型及其分区	(7)
第三节 我国土壤侵蚀分级标准	(11)
第二章 水土保持调查与勘测	(18)
第一节 常规调查	(18)
第二节 水土流失专题调查	(40)
第三节 遥感调查	(56)
第四节 水土保持勘测	(61)
第三章 水土保持项目管理	(74)
第一节 前期工作管理程序	(74)
第二节 水土保持设计各阶段深度、内容与重点	(76)
第三节 水土保持工程项目管理	(84)
第四章 水土保持区划与规划	(101)
第一节 基本资料	(101)
第二节 水土保持区划	(107)
第三节 水土保持规划	(150)
第五章 水土保持工程设计概述	(173)
第一节 设计理念、原则与技术依据	(173)
第二节 工程级别划分与设计标准	(178)
第三节 水文计算	(195)
第四节 稳定分析计算	(218)
第六章 总体布局与配置	(243)
第一节 水土保持生态建设项目总体布局与配置	(243)
第二节 生产建设项目措施体系与布局	(259)
第七章 耕作与工程措施设计	(263)
第一节 耕作措施	(263)
第二节 梯田工程	(267)
第三节 淤地坝工程	(274)
第四节 拦沙(砂)坝工程	(330)
第五节 泥石流防治工程	(335)
第六节 滚水坝和塘坝工程	(348)
第七节 沟道滩岸防护工程	(351)

第八节	支毛沟治理工程	(357)
第九节	降水蓄渗工程	(369)
第十节	土地整治工程	(381)
第十一节	防风固沙工程	(392)
第十二节	弃渣场及拦渣工程	(398)
第十三节	斜坡防护工程	(428)
第十四节	防洪截排水工程	(439)
第十五节	临时防护工程	(448)
第八章	林草工程设计	(453)
第一节	林草工程设计基础	(453)
第二节	总体设计及配置原则和要求	(495)
第三节	小流域综合治理林草工程	(498)
第四节	防风林草工程	(508)
第五节	生产建设项目林草工程	(516)
第六节	封育工程	(535)
第七节	林草抚育与管理	(542)
第九章	施工组织设计	(547)
第一节	施工布置	(547)
第二节	主要工程施工方法	(548)
第三节	施工进度安排	(553)
第十章	水土保持监测、试验研究与监督管理	(560)
第一节	水土保持监测	(560)
第二节	水土保持试验研究	(569)
第三节	水土保持监督管理	(575)
第十一章	水土保持概(估)算及经济评价	(610)
第一节	水土保持投资编制	(610)
第二节	水土保持效益分析	(621)
第三节	水土保持生态建设项目经济评价	(631)
参考文献		(642)

第一章 水土流失与土壤侵蚀

第一节 水土流失与水土保持

一、水土流失与土壤侵蚀

(一) 土壤侵蚀

土壤侵蚀是土壤或其他地面组成物质在水力、风力、冻融、重力等外营力及地震、地质构造运动等内营力作用下,被剥蚀、破坏、分离、搬运和沉积的过程。狭义的土壤侵蚀仅指土壤被外营力分离、破坏和移动。根据外营力的种类,可将其划分为水力侵蚀、风力侵蚀、冻融侵蚀、重力侵蚀、淋溶侵蚀、山洪侵蚀、泥石流侵蚀及地表塌陷等。侵蚀的对象也并不限于土壤及其母质,还包括土壤下面的土体、岩屑及松软岩层等。在现代侵蚀条件下,人类活动对土壤侵蚀的影响日益加剧,它对土壤和地表物质的剥离与破坏,已成为十分重要的外营力。因此,全面而确切的土壤侵蚀含义应为:土壤或其他地面组成物质在自然营力作用下或在自然营力与人类活动的综合作用下被剥蚀、破坏、分离、搬运和沉积的过程。

(二) 水土流失

水土流失是在水力、重力、风力等外营力作用下,水土资源和土地生产力的破坏与损失,包括土地表层侵蚀及水的损失,亦称水土损失。土地表层侵蚀指在水力、风力、冻融、重力以及其他外营力作用下,土壤、土壤母质及岩屑、松软岩层被剥蚀、破坏、转运和沉积的全部过程。水土流失的形式除雨滴溅蚀、片蚀、细沟侵蚀、沟道侵蚀等典型的土壤侵蚀形式外,还包括河岸侵蚀、山洪侵蚀、泥石流侵蚀以及滑坡侵蚀等形式。从目前我国法律所赋予的水土流失防治工作内容看,水土流失的含义已经相应扩大,其不仅包括水力侵蚀、风力侵蚀、重力侵蚀、泥石流侵蚀等,还包括水损失及由此而引起的面源污染(非点源污染),即除土地表层侵蚀外,还包括水损失和面源污染。我国水土流失的内涵与外延比土壤侵蚀更宽泛,实际上已经超出了国际上土壤侵蚀的范畴。

(三) 影响水土流失的内、外营力

影响水土流失的内营力作用是由地球内部能量所引起的。地球本身有其内部能源,人类能感觉到的地震、火山活动等现象已经证明了这一点。地球内部能量主要是热能,而重力能和地球自转产生的动能对地壳物质的重新分配与地表形态的变化也具有很大的作用。内营力作用的主要表现是地壳运动、岩浆活动、地震等。

影响水土流失的外营力的主要能源来自太阳能。地壳表面直接与大气圈、水圈、生物圈接触,它们之间发生复杂的相互影响和相互作用,从而使地表形态不断发生变化。外营力作用总的趋势是通过剥蚀、堆积(搬运作用则是将二者联系成为一个整体)使地面逐渐夷平。外营力作用的形式很多,如流水、地下水、重力、波浪、冰川、风沙等。各种作用对地貌形态的改造方式虽不相同,但是从过程实质来看,都经历了风化、剥蚀、搬运和堆积(沉积)等环节。

内营力形成地表高差和起伏,外营力则对其不断地加工改造,降低高差,缓解起伏,两者处于对立的统一之中,这种对立过程,彼此消长,统一于地表三维空间,且互相依存,决定了水土流失发生、发展和演化的全过程。

(四) 风化、剥蚀、搬运和堆积作用

风化(weathering)作用是指矿物、岩石在地表新的物理、化学条件下所产生的一切物理状态和化学成分的变化,是在大气及生物影响下岩石在原地发生的破坏作用。岩石是一定地质作用的产物,一般说来岩石经过风化作用后都会由坚硬转变为松散、由大块变为小块。由高温高压条件下形成的矿物,在地表常温常压条件下就会发生变化,失去它原有的稳定性。通过物理作用和化学作用,又会形成在地表条件下稳定的新矿物。所以,风化作用是使原来矿物的结构、构造或者化学成分发生变化的一种作用。对地面形成和发育来说,风化作用是十分重要的一环,它为其他外营力作用提供了前提。

各种外营力作用(包括风化、流水、冰川、风、波浪等)对地表进行破坏,并把破坏后的物质搬离原地,这一过程或作用称为剥蚀(denudation)作用。狭义的剥蚀作用仅指重力和片状水流对地表侵蚀并使其变低的作用。一般所说的侵蚀作用,是指各种外营力的侵蚀作用,如流水侵蚀、冰蚀、风蚀、海蚀等。鉴于作用营力性质的差异,作用方式、作用过程、作用结果不同,一般分为水力剥蚀、风力剥蚀、冻融剥蚀等类型。

风化、剥蚀而成的碎屑物质,随着各种不同的外营力作用转移到其他地方的过程称为搬运(transportation)作用。根据搬运的介质不同,分为流水搬运、冰川搬运、风力搬运等。在搬运方式上也存在很多类型,有悬移、拖曳(滚动)、溶解等。

被搬运的物质由于介质搬运能力的减弱或搬运介质的物理、化学条件改变,或在生物活动参与下发生堆积或沉积,称为堆积作用或沉积(deposition)作用。按沉积的方式可分为机械沉积作用、化学沉积作用、生物沉积作用等。

(五) 正常侵蚀与加速侵蚀、古代侵蚀与现代侵蚀

正常侵蚀是在自然环境中,地表物质在不受人为影响条件下,由自然因素包括雨、雪、冰、风、重力等外营力作用引起的地表侵蚀,也称为自然侵蚀。其侵蚀速度缓慢,常与成土过程相伴,两者构成的复合过程,决定着土壤类型、土层厚度及其在陆地表面的分布。自然侵蚀是一个漫长的地质过程,人类出现以前的侵蚀是一种自然侵蚀,称为古代侵蚀,实际上也是一种地质侵蚀;人类出现后的土壤侵蚀称为现代侵蚀,现代侵蚀大部分是一种加速侵蚀。

加速侵蚀是由于人为活动或突发性自然灾害破坏而产生的侵蚀现象。通常人们所关注的水土流失即指这种侵蚀,它可分为自然加速侵蚀和人为加速侵蚀两种。自然加速侵蚀是自然界本身在某一时段出现的突发性环境剧变引起的侵蚀现象。如地震破坏和由地震诱发的滑坡、崩塌及泥石流等;又如气候变化引起的冰雪融水所造成的侵蚀以及洪水泛滥造成的强烈冲刷等,无论是人类出现以前还是以后均应视为地质侵蚀。

人为加速侵蚀或者说人为现代加速侵蚀,是由人类不当的经济活动,如滥伐、滥垦、滥牧、不合理耕作,以及开矿、修路等工程建设引起的一种破坏性的侵蚀过程,其侵蚀速率远大于土壤形成的速率。通常以容许土壤流失量作为衡量加速侵蚀的下限指标。土壤侵蚀面积的统计,即以加速侵蚀面积为依据。

(六) 水力侵蚀

水力侵蚀是在降水、地表径流、地下径流作用下,土壤、土体或其他地面组成物质被破

坏、剥蚀、转运和沉积的全过程,它是土壤侵蚀的重要类型。通常所称的水蚀或水力侵蚀与水土流失的含义有较大的差别,水土流失包含水的损失与土壤的流失两个方面。由融雪水引起的土壤侵蚀,也是一种水蚀现象,或称为融雪侵蚀。

水力侵蚀的主要形式包括面蚀和沟蚀两种。面蚀包括溅蚀、片蚀和细沟侵蚀;沟蚀包括溯源、沟岸扩张和下切三种侵蚀形式。

(七) 风力侵蚀

风力侵蚀是在气流冲击作用下,土粒或沙粒脱离地表、被搬运和堆积的过程,简称风蚀。风对地表所产生的剪切力和冲力引起细小的土粒与较大的团粒或土块分离,甚至从岩石表面剥离碎屑,使岩石表面出现擦痕和蜂窝,继之土粒或沙粒被风挟带形成风沙流。气流的含沙量随风力的大小而改变,风力越大,气流的含沙量越高,当气流的含沙量过饱和或风速降低时,土粒或沙粒与气流分离而沉降,堆积成沙丘或沙垄。土(沙)粒脱离地表、被气流搬运和沉积三个过程是相互影响、穿插进行的。

(八) 重力侵蚀

重力侵蚀是指坡地表层土石物质,主要由于本身所受的重力作用,失去平衡,发生位移和堆积的现象,国际上也称之为块体运动。重力侵蚀常见于山地、丘陵、沟谷和河谷的坡地以及人工开挖形成的渠道和路堑边坡。根据土石物质破坏的特征和移动方式,一般可将重力侵蚀分为蠕动、崩塌、滑塌、崩岗、滑坡和泻溜等多种类型。

(九) 混合侵蚀

混合侵蚀是指在两种或两种以上侵蚀营力作用下发生的侵蚀现象,如泥石流,是在水流冲力和重力共同作用下的一种特殊的侵蚀形式。泥石流是饱含固体物质(泥沙、石块和巨砾)的高黏性流体,它以巨大的冲击力和高强搬运能力冲刷沟道、破坏和淤埋各种设施。有的学者也将崩岗列入混合侵蚀中。

(十) 冻融侵蚀

冻融侵蚀是指土壤及其母质孔隙或岩石裂缝中的水分冻结时,体积膨胀,裂隙随之加大增多,整块土体或岩石发生碎裂,消融后其抗蚀稳定性大为降低,在斜坡坡面或沟坡上的土体由于在冻融过程中隆起和收缩,即使不受水力或风力的搬运,在重力作用下也会导致岩土顺坡向下方产生位移的现象。冻融侵蚀主要分布于冻土地带。我国冻土面积约 215 万 km^2 ,占国土总面积的 22.3% 左右,主要分布在东北北部山区、西北高山区及青藏高原地区。

(十一) 其他侵蚀类型

除上述侵蚀外,现代冰川的活动对地表造成的机械破坏作用称为冰川侵蚀。冰川侵蚀活跃于现代冰川地区,主要发生于青藏高原和高山雪线以上。此外,由河流、海潮冲刷形成的侵蚀称为河岸侵蚀和海岸侵蚀。

(十二) 水流失

水土流失中的水流失主要是指正常的水分局部循环被破坏情况下的地面径流损失,即大于土壤入渗强度的雨水或融雪水因重力作用,或土壤不能正常储蓄水分情况下产生的流失现象。如植被与土壤破坏后产生的水流失、地面硬化产生的水流失等。其流失量取决于地面组成物质或土壤特性、降雨强度、地表形态及地表植被状况。在干旱地区或半干旱地区,通过保水措施可以达到充分利用天然降水为旱作农业服务及解决人畜用水等目的。

(十三) 土壤养分流失

土壤养分流失是指土壤颗粒表面的营养物质在径流和土壤侵蚀作用下,随径流泥沙向沟道及下游输移,从而造成养分损失的自然现象。养分流失将使土壤日益贫瘠,土壤肥力和土地生产力降低,并造成下游水体污染或富营养化。

土壤的养分包含大量的氮、磷、钾,中等含量的钙、镁和微量的锰、铁、铜、锌、钼等元素,其中有离子态速效性养分,也有经过分解转化的无机或有机速效性养分。土壤侵蚀使这些养分大量流失。

在流失的养分中,氮、磷、铜、锌等元素对水体的污染最严重,水体中过剩的氮、磷引起绿藻的旺盛生长,加速水体富营养化过程。水土流失是导致面源污染加剧的主要因素。因此,防止土壤养分流失的有效措施是认真做好坡面水土保持,以减少水分损失,增强土壤持水能力。

(十四) 面源污染

面源污染,也称非点源污染,是指污染物从非特定的地点,在降水(或融雪)的冲刷作用下,通过径流过程汇入受纳水体(河流、湖泊、水库和海湾等),并引起水体的富营养化或其他形式的污染。一般而言,面源污染具有以下特点:污染源以分散形式间歇地向受纳水体排放污染物,这种时间上的间歇性与气象因素相关联,污染产生的随机性较强;污染物分布于范围很大的区域,并经过很长的陆地迁移后进入受纳水体,成因复杂;面源污染的地理边界和发生位置难以识别与确定,无法对污染源进行监测,也难以追踪并找到污染物的确切排放点。

面源污染与水土流失密切相关,水土流失在输送大量径流与泥沙的同时,也将各种污染物输送到河流、湖泊、水库及海湾等。土壤侵蚀与富营养化是自然现象,但人类活动加速此过程时就会导致水质恶化。

城市和农村地表径流是两类重要的面源污染源。病原体、重金属、油脂和耗氧废物污染主要由城市径流产生,而我国农村目前不合理施用的农药、化肥,养殖业产生的畜禽粪便,以及未经处理的农业生产废弃物、农村生活垃圾和废水等,在降雨或灌溉过程中,经地表径流、农田排水、地下渗漏等途径进入受纳水体,是造成面源污染的最主要因素。

(十五) 土壤侵蚀量、土壤流失量与容许土壤流失量

土壤侵蚀量包括侵蚀过程中产生的沉积量与流失量。水力侵蚀一般采用径流小区法测定,但其结果仅是土壤流失量,而不包括沉积量。风蚀通常采用积沙仪等测定,其结果也只能测出悬移量,是地面剥蚀后能在空中搬运的部分。

容许土壤流失量是指小于或等于成土速率的年土壤流失量。对于坡耕地,是指使作物在长时期内能持续稳定地获得高产而许可的年最大土壤流失量。一般其单位采用 $t/(km^2 \cdot a)$ 。

(十六) 土壤侵蚀程度与土壤侵蚀强度

土壤侵蚀程度反映土壤侵蚀总的结果和目前的发展阶段,以及土壤肥力水平,如片蚀阶段程度较轻,沟蚀阶段较严重。土壤侵蚀程度通常采用土壤原生剖面(或活土层)被侵蚀和丧失的情况加以判断,如A层(表土层)、B层(心土层)、C层(母质层)的丧失情况。土壤侵蚀程度是土地分级、土壤改良及侵蚀防治的主要依据,决定着土地利用的方向。

土壤侵蚀强度是指在自然营力(水力、风力、重力、冻融等)和人类活动作用下,单位面

积地壳表层土壤在单位时间内被剥蚀并发生位移的土壤侵蚀量。通常用土壤侵蚀模数作为衡量土壤侵蚀强度大小的指标,侵蚀模数中的土壤流失量可以用重量、体积或厚度来表示。

土壤侵蚀程度与土壤侵蚀强度相比,有更广泛的含义,它含有景观概念,如侵蚀土壤发生层出露情况、基岩裸露情况、土壤肥力大小等。而土壤侵蚀强度只反映单位面积单位时间内的侵蚀量。例如侵蚀强度大并不意味着侵蚀程度严重,侵蚀强度小也不意味着侵蚀程度不严重。如长期遭受严重土壤侵蚀而引起基岩大面积裸露的云贵高原地区侵蚀强度小,但侵蚀程度相当严重;而黄土高原土层深厚,目前侵蚀强度很大,但就土壤侵蚀程度而言则不严重。

(十七)土壤侵蚀模数、输沙模数和输移比

土壤侵蚀模数是指单位面积土壤及土壤母质在单位时间内的侵蚀量。它是表征土壤侵蚀强度大小的一个定量指标,用以反映某区域单位时间内侵蚀强度的大小。

输沙模数是指单位面积内某一粒径范围内的泥沙在单位时间内通过某一河流断面的泥沙量,单位采用 $t/(km^2 \cdot a)$ 。

土壤侵蚀模数不同于输沙模数,前者描述土壤的侵蚀强度,后者描述流域的输沙数量。同一流域内产生的侵蚀总量并非完全进入河道(沟道),河道的冲淘揭底也可能导致大量的产沙与输沙。

泥沙输移比是在一定时段内,通过沟道或河流某一断面的总输沙量与该断面以上汇水面积内总侵蚀量的比值。

二、水土保持

水土流失防治即水土保持,是指对自然因素和人为活动造成水土流失所采取的预防与治理措施。通过水土保持,保护、改良和合理利用水土资源,减少水土流失,减轻水、旱、风沙灾害,改善生态环境,促进社会经济可持续发展。水土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和土壤保护,更不能将其等同于土壤侵蚀控制。水土保持在内涵上包括了土壤保持。

水土保持是山区发展的生命线,是国民经济和社会发展的基础,是国土整治、江河治理的根本,是我们必须长期坚持的一项基本国策。国家对水土保持实行“预防为主、保护优先、全面规划、综合治理、因地制宜、突出重点、科学管理、注重效益”的方针。特别应强调的是,在我国水土保持应包括水的保持和土的保持,因此应在防治土的流失的同时,采取措施防止坡地径流损失,充分利用天然降水增加土壤水分,提高土地综合生产能力。现阶段我国水土保持的主要工作内容包括预防保护、综合治理、监测、监督管理四个方面。

(一)预防保护

预防保护是指对现状水土流失轻微但潜在危害大的区域,地方各级人民政府按照水土保持规划采取的事前控制措施。主要措施包括封育保护、自然修复、植树种草等,目的是不断扩大林草覆盖面积,维护和提高土壤保持、涵养水源等功能,以预防和减轻水土流失。根据水土保持法的要求,对我国水土流失潜在危险较大的区域,应当划定为水土流失重点预防区,对重点预防区实施重点预防保护,主要措施包括实施封山禁牧、轮牧、休牧,改放牧为舍饲养畜,发展沼气和以电代柴,实施生态移民等,并对重点预防区存在的局部水土流失实施

综合治理。我国重点预防保护区域主要是江河源头、重点水源地和水蚀风蚀交错区域。同时,对生产建设项目造成的水土流失加强事前控制,实施生产项目水土保持“三同时”制度,对生产建设项目采取水土保持方案编制、审批、实施及水土保持设施验收等一系列制度,达到控制水土流失的目的。

特别应注意的是在重要水源地,在预防保护林草植被的基础上,应采取水土保持措施以保护水源、防治面源污染。

(二) 综合治理

综合治理是按照因地制宜、分区施策的原则,以大中流域(或区域)为框架,以小流域(或小片区)为单元,山水田林路渠综合规划,采取农业(农艺)、林牧(林草)、工程等综合措施,对水土流失地区实施治理,以减少水土流失,合理利用和保护水土资源。综合治理范围主要包括对大江大河干流和重要支流、重要湖库淤积影响较大的水土流失区域,以及威胁土地资源,造成土地生产力下降,直接影响农业生产和农村生活,需开展抢救性、保护性治理的区域;涉及革命老区、边疆地区、贫困人口集中地区、少数民族聚居区等特定区域,直接威胁生产生活的山洪滑坡泥石流潜在危害区域。根据水土保持法的要求,对我国水土流失严重的区域,应当划定为水土流失重点治理区,对重点治理区实施重点治理,采取的主要措施有坡改梯、造林种草、建设拦沙坝和淤地坝等拦沙设施;在干旱和半干旱地区或其他缺水地区,采取旱井、涝池、小型蓄水工程等措施将雨水集蓄利用。综合治理的主要工作内容是组织开展水土保持规划、实施治理、检查验收、设施管护、试验研究等。

综合治理应本着维护提高水土保持功能的原则,确定水土保持目标、发展方向,采取不同的治理模式,主要包括传统的以土壤保持和蓄水保水以及提高综合农业生产能力为目标的生态经济型或经济生态型小流域治理、以维护水质为目标的清洁小流域治理、城镇及周边以人居环境维护为目的的环境生态维护型治理、以防治山洪泥石流灾害为目的的生态安全型小流域治理等。

生态经济型或经济生态型小流域治理是在广大水土流失地区普遍采用的模式,主要通过采取农业(农艺)、林牧(林草)、工程措施合理配置,既减少水土流失,又提高综合农业生产能力,在此基础上发展特色产业,达到发展农村经济、增加农民收入的目的。

清洁小流域治理是在水源地,采取以防治农业面源污染为目的的水土流失治理措施。土壤中的农业投入品(化肥、农药等),在降雨或灌溉过程中,经地表径流、农田排水、地下渗漏等途径进入水体,造成水体污染。在水土流失地区,水土流失作为载体在输送大量泥沙的同时,也输送了大量化肥、农药和生活垃圾。水土保持最基本的技术路线就是改变水土流失区的地形条件,就地拦蓄水土、增加降雨入渗、涵养水源,同时增加植被,改善生态环境,以减少水分损失,增强土壤持水能力,对水质起到保护和过滤的作用。

生态安全型小流域治理主要是在山洪、泥石流灾害频发地区,特别是人口稠密的城镇及周边地区,通过小河(沟)道拦、排、导工程和坡面综合治理,达到防灾减灾的目的。

城镇及周边地区人口密集,在城市化过程中产生生态环境问题,对人居环境影响突出。采取的水土保持措施主要包括:裸露废弃采石场、采矿场、砖厂等迹地边坡植被恢复,水源地周边山地丘陵区水土流失综合治理,河道及河岸景观建设等。

(三) 监测

水土保持监测是对水土流失及其防治状况的调查、观测与分析工作,主要针对水土流失

状况(包括水土流失类型、面积、强度、分布状况和变化趋势)、水土流失造成的危害、水土流失防治情况及效果等进行监测。水土保持监测的主要任务是建立水土保持监测网络,采集水土流失及其防治等信息,分析水土流失成因、危害及其变化趋势,掌握水土流失类型、面积、分布及其防治情况,综合评价水土保持效果,发布水土保持公报,为政府决策、社会发展和社会公众服务等提供支撑。水土保持监测内容主要包括水土保持调查、水土流失重点防治区监测、水土流失定位观测、水土保持重点工程效益监测和生产建设项目水土保持监测等。

(四) 监督管理

根据水土保持法的规定,县级以上人民政府水行政主管部门负责对水土保持情况进行监督检查;流域管理机构在其管辖范围内可以行使国务院水行政主管部门的监督检查职权。监督管理工作应坚持“预防为主、保护优先”的方针,重点通过强化执法,有效控制人为水土流失,推动水土流失防治由事后治理向事前保护转变。

第二节 我国土壤侵蚀类型及其分区

一、我国土壤侵蚀类型

我国土壤侵蚀类型是按导致土壤侵蚀的外营力种类进行划分的。

在我国导致土壤侵蚀的外营力种类主要有水力、风力、重力、水力及重力综合作用力、温度作用力(由冻融作用而产生的作用力)、冰川作用力、化学作用力等,因此土壤侵蚀类型就有水力侵蚀类型、风力侵蚀类型、重力侵蚀类型、混合侵蚀类型、冻融侵蚀类型、冰川侵蚀类型等。

我国土壤侵蚀分类分级标准主要是针对水力侵蚀、风力侵蚀、重力侵蚀和混合侵蚀制定的。

二、我国土壤侵蚀类型分区

我国土壤侵蚀类型分布基本遵循地带性分布规律。干旱区(北纬 38° 以北)是以风力侵蚀为主的地区,包括新疆、青海、甘肃、内蒙古等省(区),侵蚀方式是吹蚀,其形态表现为风蚀沙化和沙漠戈壁。半干旱区(北纬 $35^{\circ}\sim 38^{\circ}$)风力侵蚀、水力侵蚀并存,为风蚀水蚀类型区,包括甘肃、内蒙古、宁夏、陕西、山西等省(区),风蚀以吹蚀为主,反映在形态上是局部风蚀沙化和鳞片状的沙堆;水蚀的侵蚀方式为面蚀和沟蚀,形态表现为沟谷纵横、地面破碎,这一区域是我国的强烈侵蚀带。湿润区(北纬 35° 以南)为水蚀类型区,主要侵蚀方式是面蚀,其次是沟蚀。我国一级地形台阶和二级地形台阶区的高山以及东北寒温带地区是冻融侵蚀类型区,主要表现为泥石流蠕动。重力侵蚀类型散布各类型区,主要分布在一、二级地形台阶区的断裂构造带和地震活跃区,表现形式是滑坡、崩塌、泻溜等。

土壤侵蚀类型受降水、植被类型、盖度和活动构造带等因素控制。年降水量 400 mm 等值线以北的地区属风蚀类型区,为非季风影响区,区内降雨少,起风日多,风速大,而且沙尘暴日数多,植被为干草原和荒漠草原;年降水量 $400\sim 600\text{ mm}$ 等值线的区域是风蚀水蚀区,本区虽具有大陆性气候特征,冬春风沙频繁,但仍受季风的影响,夏季降雨集中,多暴雨,因

而既有风蚀类型,又有水蚀类型;年降水量 600 mm 等值线以南的地区为水蚀类型区;在高山、青藏高原以及寒温带地区以冻融侵蚀类型为主。以上侵蚀类型受地带性因素控制。重力侵蚀类型主要分布在我国西部地区地震活动带或断裂构造地区,受非地带性因素控制。

(一) 分区目的与任务

土壤侵蚀类型分区任务是在详细了解土壤侵蚀类型的基础上,全面认识土壤侵蚀的发生、发展特征和分布规律,并考虑影响土壤侵蚀的主导因素,根据土壤侵蚀和治理的区域差异性,提出分区方案,划分不同的侵蚀类型区。土壤侵蚀类型分区目的在于制订分区的水土流失防治方案,以合理利用水土资源。

(二) 分区原则

土壤侵蚀分区主要反映不同区域土壤侵蚀特征及其差异性,要求同一类型区自然条件、土壤侵蚀类型和防治措施基本相同,而不同类型区之间则有较大差别。因此,分区原则是同一区内的土壤侵蚀类型和侵蚀强度应基本一致,影响土壤侵蚀的主要因素如自然条件和社会经济条件基本一致,治理方向、治理措施和土地利用方向基本相似。侵蚀分区以自然界线为主,适当考虑行政区域的完整性和地域的连续性。

用主导因素法并以与土壤侵蚀关联度高且较稳定的自然因素作为分区的依据。全国一级区的区划以发生学原则(主要侵蚀外营力以及与土壤侵蚀关联度高的其他自然因素)为依据,分为水力侵蚀、风力侵蚀、冻融侵蚀三大侵蚀类型区。全国二级区的区划以形态学原则(地质、地貌、土壤)为依据,将以水力侵蚀为主的一级区分为西北黄土高原区、东北黑土区、北方土石山区、南方红壤丘陵区 and 西南土石山区等五个二级类型区。

各大流域,各省(自治区、直辖市)在全国二级区的基础上再细分为三级区和亚区。

(三) 分区的范围及特点

为了对土壤侵蚀类型区进行具体定量的划分工作,首先要收集分区范围内与土壤侵蚀有关的系列图件及相关资料,做好系统分析及综合集成,尤其要充分利用最新的遥感影像。

土壤侵蚀范围及强度是一个动态变化过程,要重视和利用土壤侵蚀动态监测评价的有关成果。一些新的分析计算方法如模糊聚类分析等,可以参考应用。

全国各级土壤侵蚀类型区的范围及特点见表 1.2-1。根据 2011 年全国第一次水利普查成果,全国水力侵蚀面积 129.32 万 km²,风力侵蚀面积 165.59 万 km²。

表 1.2-1 全国各级土壤侵蚀类型区的范围及特点

一级类型区	二级类型区	范围与特点
I 水力侵蚀类型区	I ₁ 西北黄土高原区	大兴安岭—阴山—贺兰山—青藏高原东缘一线以东,西为祁连山余脉的青海日月山,西北为贺兰山,北为阴山,东为管涔山及太行山,南为秦岭。主要流域为黄河流域。地带性土壤:在半湿润气候带自西向东依次为灰褐土、黑垆土、褐土;在干旱及半干旱气候带自西向东依次为灰钙土、棕钙土、栗钙土。土壤侵蚀分为黄土丘陵沟壑区(下设 5 个副区)、黄土高原沟壑区、土石山区、林区、高地草原区、干旱草原区、黄土阶地区、冲积平原区等 8 个类型区,是黄河泥沙的主要来源区