

ZHONGXIAOXING SHUIGONGCHENG
JIANMING JISHU CONGSHU (SHI)



中小型水工程简明技术丛书 (十)

ZHONGXIAOXING SHUITU BAOCHI SHENGTAI GONGCHENG
JIANMING JISHU ZHINAN

中小型水土保持生态工程 简明技术指南

胡先举 雷德武 李文 谢学伦 陈彦生 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

中小型水工程简明技术丛书（十）

中小型水土保持生态工程 简明技术指南

胡先举 雷德武 李文 谢学伦 陈彦生 编著



中国水利水电出版社

www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书为“中小型水工程简明技术丛书”之一，采用通俗易懂的语言，系统地介绍了中小型水土保持生态工程规划、设计、施工、监理、监测、工程验收与质量评定、水土保持方案编制水土保持生态植物及效益计算等方面的技术要点。

本书除适用于从事水土保持、水资源与水利水电工程技术人员外，还可供相关领域的中职中专、大专院校师生和从事土木建筑与岩土工程的规划、设计、施工、监理、监测、管理及科研人员参考。

图书在版编目（CIP）数据

中小型水土保持生态工程简明技术指南 / 胡先举等
编著. — 北京：中国水利水电出版社，2014.2
（中小型水工程简明技术丛书；10）
ISBN 978-7-5170-1729-5

I. ①中… II. ①胡… III. ①中型—水土保持—生态工程—指南②小型—水土保持—生态工程—指南 IV.
①S157.2-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第018499号

书 名	中小型水工程简明技术丛书（十） 中小型水土保持生态工程简明技术指南
作 者	胡先举 雷德武 李文 谢学伦 陈彦生 编著
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
经 售	电话：（010）68367658（发行部） 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	140mm×203mm 32开本 9.75印张 262千字
版 次	2014年2月第1版 2014年2月第1次印刷
印 数	0001—2000册
定 价	32.00元

凡购买我社图书，如有缺页、倒页、脱页的，本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

编 著 者 的 话

2011年中央1号文件《中共中央 国务院关于加快水利改革发展的决定》开宗明义：“水是生命之源、生产之要、生态之基”，“人多水少，水资源时空分布不均是我国的基本国情水情”。

进入21世纪10年来，新形势下水利的地位越来越重要，水利的作用愈来愈给力。特别是利用水工程为现代农业发展创造条件、为生态环境改善给予保障系统、为国人安全与健康提供水资源与水文化支撑，已成为中华民族的共识并付诸行动。

“中小型水工程简明技术丛书”正是这一共识与行动的一个组成部分。它界定在中小型规模范围，分别从水库枢纽工程、水力发电工程、堤防工程、引调水工程、灌溉排涝工程、防洪工程、围垦工程、水闸工程、灌溉/排水泵站以及水土保持生态工程10个测度的技术做了简明介绍，旨在其技术理念的更新、技术工艺的规范作用、技术应用的与时俱进。

“中小型水工程简明技术丛书”之所以撇开大型水利工程而专注于中小型水工程技术，一是因为中小型水工程在我国水利工程中占有相当大的比重；二是因为中小型水工程目前存在的缺陷较为严重；三是因为大型水工程将会在20年内建设项目逐渐降低，而中小型水工程的“兴建—加固—兴建”循环不止。为此，编著者在过往近10年编著出版的“中国堤防工程施工丛书”18册和“中国水工程安全与病害防治技术丛书”8册的基础上，与中国水利水电出版社合作，共同策划并编著出版：

1. 中小型水库枢纽工程简明技术指南；
2. 中小型水力发电工程简明技术指南；
3. 中小型堤防工程简明技术指南；

4. 中小型引调水工程简明技术指南；
5. 中小型灌溉排涝工程简明技术指南；
6. 中小型防洪工程简明技术指南；
7. 中小型围垦工程简明技术指南；
8. 中小型水闸工程简明技术指南；
9. 中小型灌溉/排水泵站简明技术指南；
10. 中小型水土保持生态工程简明技术指南。

10 册一套的“中小型水工程简明技术丛书”取之——一线智慧即“中小型水工程技术”源于实践一线的经验总结与理论上升。该丛书既非“手册”，也非“标准”、“规范”，而是介于两者之间的“手册”提升与“标准”逼近“指南”，核心在于其技术方法的机理创新，重点放在技术如何有效地应用于中小型水工程建设及其加固管理上。

“中小型水工程简明技术丛书”，概念清新，结构严谨，简明扼要，通俗易懂，集知识性、实用性和可操作性于一体，为我国水资源工程建设及其维修加固提供中小型水工程技术支撑。

2012 年 2 月

前 言

水土流失和土壤环境退化已经成为当今世界危害人类生存的头号生态问题，据联合国开发计划署资料，由于土壤侵蚀，世界每年丧失耕地 500 万~700 万 hm^2 。另据世界沙化会议的资料，全球土地受到沙化影响的面积有 3800 万 km^2 ，约 2/3 的国家和地区深受其害，涉及全球 40% 以上的人口。因此，保持水土、保护土地、防止水土流失，已成为当今世界各国普遍关注的重大问题。我国是一个多山国家，在 960 万 km^2 的国土面积中，70% 为山丘所占据，由于复杂的自然因素和长期滥用自然资源，造成严重的水土流失。目前，我国水土流失的总面积约为 367 万 km^2 ，占国土面积的 38%。水土流失导致的土地资源退化、洪水和干旱以及沙尘暴，成为中国的头号环境问题。因此，水土保持工作被我国政府列为基本国策之一。新中国成立以来，党和政府领导人民开展了大规模的水土流失治理和生态环境建设，取得了显著成就，初步探索出一条适合我国国情、符合自然规律和经济规律的水土流失防治路线。进入新时期，加快水土流失防治步伐，改善生态环境，协调好人与自然的的关系，以水土资源的可持续利用和维系良好的生态环境，促进经济社会的可持续发展，更加成为我国面临

的一项重大而紧迫的战略任务。

近年来，在中央治水方针和部党组新的治水思路指导下，水土保持工作取得重要进展。但是，当前水土保持工作与科学发展观的要求和广大群众的期待相比，还有很大差距。主要表现在：

(1) 水土流失防治任务依然艰巨。我国由于特殊的自然地理条件，众多的人口以及长期的开发利用，生态建设历史欠账多，全国仍有 180 多万 km^2 的水土流失面积、3.6 亿亩坡耕地和 44 万条侵蚀沟亟待治理，水土流失依然是制约山丘区经济和社会发展、群众脱贫致富的主要因素。按照目前我国 4 万~5 万 km^2 /年的水土流失治理速度推算，初步治理现有水土流失面积至少需要 50 年时间，这与全面建设小康社会的要求存在很大差距。

(2) 人为水土流失加剧的趋势依然严峻。我国生态环境基础脆弱，承载能力十分有限。在工业化、城市化和现代化快速推进的形势下，新的人为水土流失仍将不断加剧。据统计，仅“十五”期间，开发活动扰动地表面积就达 5.53 万 km^2 ，弃土弃渣量 92.1 亿 t。经济建设中重开发、轻保护的现象仍普遍存在，对水土保持监管能力和水平提出了严峻的挑战。据水土保持监督执法专项行动统计，2003 年以来全国共有 2.7 万多个生产建设项目未编报水土保持方案，还有 2.6 万个生产建设项目虽编报了水土保持方案但实际上没有很好落实，其中 750 个大中型生产建设项目存在较为严重的违规行为。特别是目前低等级公路建设、大规模的矿山开采、大量的群众采石、挖砂、取土、无序的山丘区林果业开发等生产建设活动，点多量大、破坏严重，监管难度很大，

有法不依、知法犯法的现象仍时有发生。

(3) 水土流失投入不足的困境仍未改变。按照水土保持的传统组织模式，农民“两工”折算投入一般要占到水土保持总投入的80%以上。尽管国家持续加大水土流失防治投入，但是随着农村“两工”的取消，群众组织发动难度加大，水土保持工作面临着严峻考验，有些地方的投入甚至出现严重滑坡。由于投入不足，近年来各地在安排治理措施时，往往更多安排自然修复方面的措施，而亟待改造的坡耕地、坡面水系、沟道治理、崩岗防治等措施安排得非常有限，小流域综合治理配套设施建设也还很不完善，难以满足群众改善生产生活条件的迫切要求。据统计，近几年我国平均每年治理的坡耕地不足300万亩，而20世纪90年代中期坡耕地改造通常达到每年900万亩。投入的严重不足、关键工程和配套措施的滞后，都在一定程度上限制了水土保持综合效益的充分发挥。

党的十八大把生态文明建设摆在突出位置，明确将“推进荒漠化、石漠化、水土流失综合治理”作为生态文明建设的重要内容。因此，为加快水土流失综合治理步伐，推动重点工程建设，全面提升水土保持信息化水平，加速实现水土保持现代化，为国家生态文明建设和水土资源可持续利用服务。针对中小型水土保持生态工程建设，采用通俗易懂的语言，编写这本《中小型水土保持生态工程简明技术指南》。本书以水土保持和水利水电工程相关的规范规程为依据，研究吸收了相关的规划、设计、施工、监理、监测及生态环境保护工作中积累的经验，系统介绍了中小型水土保持生态工程的相关

知识，以供从事水土保持、水资源管理及水电工程技术人员参考使用，也可供相关院校师生学习参考。

本书共分为 10 章，采取集体讨论与分工合作的形式进行编著，由胡先举、雷德武、李文、谢学伦共同撰写。其中，前言、第 1 章、第 2 章、第 3 章由胡先举编写；第 5 章、第 6 章、第 10 章由雷德武编写；第 4 章、第 8 章由李文编写；第 7 章、第 9 章由谢学伦编写。陈彦生参加了部分章节的编写并对全书进行了策划与统稿。

在编写过程中，参考了国内大量的相关规范规程以及公开发表的论文和著作，在参考文献中一并列出，并在此向各位作者表示衷心的感谢！但是由于时间紧迫、编者水平所限，书中不当之处，敬请赐教。

编著者

2013 年 6 月

【 目 录 】

编著者的话

前言

1 绪论	1
1.1 中小型水土保持生态工程的基本概念	1
1.2 国内外水土流失情况概述	3
1.3 我国水土保持存在的主要问题及面临的形势	7
2 中小型水土保持生态工程规划	11
2.1 概述	11
2.2 水土保持综合调查	13
2.3 水土保持分区	15
2.4 土地利用评价	19
2.5 中小型水土保持生态工程治理措施规划	20
2.6 技术经济指标计算	24
2.7 规划成果整理	25
3 中小型水土保持生态工程设计	28
3.1 概述	28
3.2 中小型水土保持生态工程可行性研究设计	30
3.3 中小型水土保持生态工程初步设计	36
3.4 典型中小型水土保持生态工程设计	50
4 中小型水土保持生态工程施工	83
4.1 荒地治理技术工程施工	83
4.2 沟壑治理技术工程施工	91
4.3 坡耕地治理技术工程施工	100
4.4 小型蓄排引水工程施工	106
4.5 风沙治理技术工程施工	111

4.6	崩岗治理技术工程施工	116
5	中小型水土保持生态工程监理	118
5.1	监理组织及监理人员	118
5.2	监理工作程序、方法和制度	122
5.3	施工准备阶段的监理工作	124
5.4	施工实施阶段的监理工作	126
5.5	验收阶段的监理工作	141
6	中小型水土保持生态工程监测	143
6.1	监测项目与监测方法	143
6.2	遥感监测	145
6.3	地面观测	149
6.4	调查	155
6.5	开发建设项目水土保持监测	160
6.6	水土保持监测设施	165
7	中小型水土保持生态工程验收与质量评定	166
7.1	中小型水土保持生态工程验收	166
7.2	中小型水土保持生态工程综合治理验收	174
7.3	中小型水土保持生态工程质量评定	184
8	开发建设项目水土保持方案编制	190
8.1	综合说明	190
8.2	方案编制总则	193
8.3	项目概况	197
8.4	项目区概况	201
8.5	主体工程水土保持分析评价	203
8.6	水土流失防治责任范围与防治分区	208
8.7	水土流失预测	209
8.8	防治目标与防治措施体系布设	214
8.9	水土保持监测	217

8.10	水土保持投资估(概)算与效益分析	217
8.11	方案实施保证措施	220
8.12	结论与建议	222
9	水土保持生态植物	224
9.1	概述	224
9.2	水土保持生态乔木植物	229
9.3	水土保持生态灌木植物	243
9.4	水土保持生态草本植物	252
9.5	水土保持生态藤本植物	262
9.6	防风固沙植物	266
10	中小型水土保持生态工程综合治理效益计算	273
10.1	中小型水土保持生态工程基础效益计算	273
10.2	中小型水土保持生态工程经济效益计算	277
10.3	中小型水土保持生态工程社会效益计算	281
10.4	中小型水土保持生态工程生态效益计算	285
	引用的规程规范	289
	引用的法律法规	293
	参考文献	294
	后记	299

1 绪论

随着社会经济的高速发展，城市化、工业化进程的加快，以及各类开发建设项目如公路铁路建设、水利工程建设、电力工程建设、工矿企业建设等项目的增多，致使人类社会经济活动的规模和范围急剧扩张，自然资源利用过度，环境遭到严重破坏，由此引发了一系列的生态危机。因此，进行水土保持生态工程建设，不仅是我国社会经济可持续发展的需要，更是世界经济和社会发展的一个亟待解决的难题。

1.1 中小型水土保持生态工程的基本概念

目前，水土保持生态工程还没有明确的定义，总体说来，是指防治水土流失，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生态效益、经济效益和社会效益，建立良好生态环境的工程。由于水土保持生态工程不仅涉及工程措施，而且还涉及植物措施，因此对于不同的对象，其级别划分的依据和方法不尽相同。通常可采用水土流失防治标准进行等级划分。

中小型水土保持生态工程等级通常依据其防护的主体工程水土流失防治等级进行划分。主体工程包括建设类项目和建设生产类项目两种，其中，建设类项目包括公路、铁路、机场、港口码头、水工程、电力工程（水电、核电、风电、输变电）、通信工程、输油输气管道、国防工程、城镇建设、开发区建设、地质勘

探等水土流失主要发生在建设期的项目，其时段标准划分为施工期、试运行期。建设生产类项目可包括矿产和石油天然气开采及冶炼、建材、火力发电、考古、滩涂开发、生态移民、荒地开发、林木采伐等水土流失发生在建设期和生产运行期的项目，其时段标准划分为施工期、试运行期、生产运行期。生产运行期应为从投产使用开始至终止服务年，不同类型项目可根据生产运行期的长短再划分不同的时段，但标准不得降低。

主体工程水土流失防治标准可依据工程所处水土流失防治区进行划分，可分为三个等级，即一级标准、二级标准和三级标准。①一级标准：依法划定的国家级水土流失重点预防保护区、重点监督区和重点治理区及省级重点预防保护区。开发建设项目生产建设活动对国家和省级人民政府依法确定的重要江河、湖泊的防洪河段、水源保护区、水库周边、生态功能保护区、景观保护区、经济开发区等直接产生重大水土流失影响，并经水土保持方案论证确认作为一级标准防治的区域；②二级标准：依法划定的省级水土流失重点治理区和重点监督区。开发建设项目生产建设活动对国家和省、地级人民政府依法确定的重要江河、湖泊的防洪河段、水源保护区、水库周边、生态功能保护区、景观保护区、经济开发区等直接产生较大水土流失影响，并经水土保持方案论证确认作为二级标准防治的区域；③三级标准：一级标准和二级标准未涉及的其他区域。

主体工程水土流失防治指标一般包括扰动土地整治率、水土流失总治理度、土壤流失控制比、拦渣率、林草植被恢复率、林草覆盖率等六项。根据不同的防治标准，各项防治指标应满足表 1.1-1 和表 1.1-2 的要求。

本书中的中小型水土保持生态工程是针对水工程和开发建设项目而言的，若主体工程的防护标准不超过二级，被防护的主体工程不会造成重大水土流失影响，此时的水土流失防护工程称为中小型水土保持生态工程。

表 1.1-1 建设类项目水土流失防治标准

分类	分级 时段	一级标准		二级标准		三级标准	
		施工期	试运行期	施工期	试运行期	施工期	试运行期
扰动土地整治率 (%)		*	95	*	95	*	90
水土流失总治理度 (%)		*	95	*	85	*	80
土壤流失控制比		0.7	0.8	0.5	0.7	0.4	0.4
拦渣率 (%)		95	95	90	95	85	90
林草植被恢复率 (%)		*	97	*	95	*	90
林草覆盖率 (%)		*	25	*	20	*	15

* 指标值应根据批准的水土保持方案措施实施进度，通过动态监测获得，并作为竣工验收的依据之一。

表 1.1-2 建设生产类项目水土流失防治标准

分类	分级 时段	一级标准			二级标准			三级标准		
		施工期	试运行期	生产运行期	施工期	试运行期	生产运行期	施工期	试运行期	生产运行期
扰动土地整治率 (%)		*	95	>95	*	95	>95	*	90	>90
水土流失总治理度 (%)		*	90	>90	*	85	>85	*	80	>80
土壤流失控制比		0.7	0.8	0.7	0.5	0.7	0.5	0.4	0.5	0.4
拦渣率 (%)		95	98	98	90	95	95	85	95	85
林草植被恢复率 (%)		*	97	97	*	95	>95	*	90	>90
林草覆盖率 (%)		*	25	>25	*	20	>20	*	15	>15

* 指标值应根据批准的水土保持方案措施实施进度，通过动态监测获得，并作为竣工验收的依据之一。

1.2 国内外水土流失情况概述

1.2.1 国外水土流失情况概述

据统计，全世界目前水土流失面积达 25 亿 hm^2 ，占全球耕

地、林地和草地总面积的 29%。据联合国环境署 (UNEP) 估计, 由于土壤侵蚀, 全世界每年丧失耕地 500 万~700 万 hm^2 , 到本世纪末有可能增加到 1000 万 hm^2 , 严重阻碍了经济的持续发展。水土流失可引发水分损失、土壤损失、土壤养分损失, 导致江河湖库泥沙淤积、干旱、洪涝灾害及河流盐碱化、湖泊富营养化等一系列生态灾难。据联合国环境署的统计, 全球每年因水土流失而损失的土壤量达 600 亿 t, 如果以土层平均厚度 1m 计算, 只需 809 年, 全球耕地土壤将侵蚀殆尽。同时, 在全世界土壤总侵蚀量 600 亿 t 中, 除了入海的 240 亿 t 泥沙外, 剩下 300 多亿 t 全部沉积于内陆的江河湖库中, 这将引起一系列的生态灾难。例如, 在非洲, 撒哈拉沙漠的南缘在最近 50 年中, 已有 6500 万 hm^2 的土地不再适合于农牧业, 变成了荒漠。印度和巴基斯坦的塔尔沙漠在最近 5 年中, 每年以 8km 的速度移动, 每年失去 13000 hm^2 肥沃的土地。南美的阿塔卡马沙漠每年向前推进 1.6~3.2km。人造地球卫星传来的照片表明, 利比亚沙漠每年以 13km 的速度向尼罗河三角洲移动。根据中国水利部门的资料表明, 长江流域每年土壤侵蚀量达 22.4 亿 t, 其中 17.12 亿 t 沉积于江河湖库。土壤养分损失导致土壤贫瘠化、河流盐碱化和湖泊富营养化。

水土流失问题已成为全世界的严重灾害, 由于人类活动加速而产生水土流失已构成对人类生存和发展的严重威胁。近些年来在世界范围内频繁发生的沙尘暴, 就是大自然对人类的报复。有关专家指出, 水土流失将成为 21 世纪人类生存与发展面临的头号环境问题, 必须引起人类的重视, 并加以治理与解决。

1.2.2 我国水土流失概述

我国是水土流失最严重的国家之一, 不仅世界上各种水土流失的形式在我国都有分布, 而且我国的水土流失面积大, 强度也大。从 1949 年以来, 我国的水土流失面积从 1.16 亿 hm^2 扩大到目前的 1.5 亿 hm^2 之多。每年因水土流失而损失的氮、磷、钾总量为 4000 多万 t (大致相当于全国每年的化肥施用量), 其

中仅长江流域因水土流失而损失的氮、磷、钾就达 2500 多万 t。同时，土壤养分流失后，进入江河湖海，引起水体盐分含量增加，湖泊富营养化。我国的沙漠化面积也在不断增加，目前已达约 128 万 km²，占国土面积的 13.3%，仅内蒙古、新疆、青海 3 省（自治区）就有 14.3 万 km² 的沙漠是在 1949 年以后形成的。在我国水土流失问题较严重的发生在四个地区，即黄土高原、西南红土区、华北平原和西北草地，总共覆盖了土地面积的 70%。

黄土高原闻名于世，是中华民族的摇篮，是华夏五千年文明的发祥地。几千年来，我们的祖先在黄土高原上创造了举世瞩目的灿烂文明，因为黄土高原曾是资源丰富、植被茂盛、环境宜人、经济繁荣的地区。严重的土壤侵蚀与水土流失使黄土高原的自然资源与生态环境日益恶化，并带来一系列的自然灾害与生态灾难，社会经济发展滞后缓慢，已成为制约黄土高原社会经济发展的首要威胁。

黄土高原地区划分为三种类型：主要暴露于风蚀的地区，风蚀和水蚀双重区以及水蚀区。水蚀及水蚀-风蚀类型的面积占黄土高原地区水土流失总面积的 75%。在 20 世纪 80 年代后期，年土壤流失超过 5000t/km² 的土地面积达到 21.13 万 km²，大约占黄土高原地区土地总面积的 34%，涉及省份包括甘肃、陕西和山西 3 省，分别占各水土流失强度总面积的 36%、34% 和 20%。黄土高原 12% 的土地受到严重的水蚀，每年土壤流失 1 万 t/km²。在 90 年代初，陕西省水土流失强度超过 1 万 t/km² 的土地面积甚至达到了 73%。几乎所有的研究都表明在过去的几十年间，黄土高原遭受水蚀和风蚀的土地显著增加，大部分的研究表明这种增长幅度为 20%~30%。

黄土高原地区由于水土流失严重，大量泥沙淤积在黄河下游河床，形成著名的地上悬河，严重威胁着黄淮海平原 25 万 km² 上居住的 1 亿多人口的生命财产安全。全国人大环资委主任曲格平曾指出：“严重的水土流失实际是我们的国土在流失，在我国众多环境问题中，水土流失是头号环境问题。目前包括长江、黄