

开发建设项目 水土保持监测

● 李智广 著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

开发建设项目 水土保持监测

◎ 李智广 著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书是国内出版的第一本关于开发建设项目水土保持监测的专著,系统全面地论述了开发建设项目水土流失特点和开发建设项目水土保持监测进展,分析阐明了开发建设项目水土保持监测的特点、原则、主要内容及其监测指标;提出了开发建设项目水土保持监测分区原则、方法和步骤,并在此基础上提出了监测点布局设计与数量确定的方法;提出了水土流失影响因子、土壤流失量及水土保持治理措施的监测方法,以及各种方法监测数据的处理方法;提出了开发建设项目水土保持监测周期及其阶段划分,并给出了不同阶段监测报告和监测总结报告编制提纲;全面设计了水土流失影响因子、土壤流失量及治理措施等监测数据登记表,供读者参考使用。

本书可供各级水土保持、生态环境等方面的监测机构、管理部门参考使用,也可作为大专院校学生和相关科研院所研究人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

开发建设项目水土保持监测/李智广著. —北京:中国水利水电出版社, 2008

ISBN 978-7-5084-5775-8

I. 开… II. 李… III. 基本建设项目—水土保持—监测
IV. S157

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 111094 号

书 名	开发建设项目水土保持监测
作 者	李智广 著
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市三里河路 6 号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 63202266 (总机)、68367658 (营销中心)
经 售	北京科水图书销售中心 (零售) 电话: (010) 88383994、63202643 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	北京市地矿印刷厂
规 格	140mm×203mm 32 开本 9.75 印张 262 千字
版 次	2008 年 9 月第 1 版 2008 年 9 月第 1 次印刷
印 数	0001—4000 册
定 价	25.00 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

前 言

据水利部、中国科学院、中国工程院 2005~2006 年开展的“中国水土流失与生态安全综合科学考察”调查,“十五”期间我国共有建设项目 76810 个。这些建设项目,在建设经济体系、促进社会发展、不断改善生活的同时,对水土资源和生态环境造成巨大影响,占压、扰动和破坏了大量的土地和植被,污染、损害和损失了大量的水资源,甚至引发地质灾害、恶化生态环境,导致土地生产力下降或丧失,在生态脆弱区域造成的危害更是不可逆转和不可修复的。

十分遗憾,对于如何准确监测和评价开发建设项目造成的水土流失及其危害、如何分析评价开发建设项目水土保持设施及其效益,目前仍然没有一个操作性强的技术标准或规范。例如:开发建设项目土壤流失如何监测?监测点怎样布局、数量如何确定?水土保持措施的监测指标有哪些?有哪些合适的监测设施设备?水土保持效益指标如何计算?甚至监测报告包括哪几个部分、各部分的主要内容是什么?如此,等等。

为此,在国家大型开发建设项目水土保持监测实施、全国水土保持监测技术培训授课、水土保持监测管理等实践中,作者不断学习、不断思考、不断研究,编著了本书。本书共 9 章,分别阐述了:开发建设项目水土保持监测进展及主要问题,开发建设项目水土流失特

点，开发建设项目水土保持监测的特点、原则和依据，开发建设项目水土保持监测内容与指标，开发建设项目水土保持监测分区与监测点布局设计，开发建设项目水土保持监测点设施设计，开发建设项目水土保持监测方法与数据处理，开发建设项目水土保持措施效益计算，以及开发建设项目水土保持监测阶段及其报告编写等。同时，本书设计了水土流失影响因子、土壤流失量及治理措施等监测数据登记表，供读者参考应用。

在本书编制过程中，引用了大量技术标准和其他文献中的研究成果。作者通过将参考文献列于各章正文之后的方式，对文献作者表示诚挚的谢意。

限于作者的实践范围、知识水平、思考深度，书中疏漏、不足之处在所难免，恳请读者批评指正。

作 者

2008年4月12日

目 录

前言

1 绪论	1
1.1 人类生产活动带来的生态环境变化	1
1.2 开发建设项目水土保持监测回顾	4
1.2.1 农垦生产活动水土保持监测	4
1.2.2 开发建设项目水土保持监测	5
1.3 开发建设项目水土保持监测研究进展和主要问题	7
1.3.1 监测研究的主要进展	7
1.3.2 监测存在的主要问题	9
参考文献	14
2 开发建设项目水土流失特点	16
2.1 开发建设项目分类	16
2.1.1 开发建设项目及其特点	16
2.1.2 开发建设项目分类	20
2.2 开发建设项目水土流失	24
2.2.1 开发建设项目人为侵蚀（水土流失）概念 与水土流失区	24
2.2.2 开发建设项目水土流失增强机理	26
2.3 开发建设项目水土流失特点	31
2.3.1 侵蚀空间有限，时期较短	31
2.3.2 侵蚀类型复杂，方式多样	32
2.3.3 侵蚀发生的潜在性和突发性	33
2.3.4 侵蚀区域差异大，强度剧烈	34
2.3.5 侵蚀（流失）物质复杂，危害严重	35

2.4	开发建设项目的负面效应	35
2.4.1	损坏和减少水、土、植物等资源，影响 生产力发展	36
2.4.2	破坏生态平衡，引发环境恶化	37
2.4.3	降低岩（土）体稳定性，引发地质 灾害频发	38
2.4.4	淤积河库，破坏基础设施	39
	参考文献	39

3 开发建设项目水土保持监测的特点、原则和依据

3.1	开发建设项目水土保持监测的目的意义	41
3.1.1	为国家生态建设服务	41
3.1.2	为开发建设项目的建设与管理服务	44
3.1.3	为水土保持学科发展服务	47
3.2	开发建设项目水土保持监测的基本特点	49
3.2.1	水土保持监测复杂多样	49
3.2.2	水土保持监测时间短暂，难以重复	51
3.2.3	水土保持监测受干扰强烈，监测工作与 精度受到影响	52
3.3	开发建设项目水土保持监测的基本原则	53
3.3.1	科学划分监测范围，全面调查与重点 观测相结合	53
3.3.2	科学划分监测时段，开展全过程动态监测	54
3.3.3	监测方法成熟，监测设施设备性能稳定	55
3.4	开发建设项目水土保持监测的依据	57
3.4.1	法律法规依据	57
3.4.2	土壤侵蚀规律	59
	参考文献	69

4 开发建设项目水土保持监测内容与指标

4.1	监测内容分类	72
-----	--------------	----

4.2	水土流失因子的监测指标	73
4.2.1	自然因子监测指标	73
4.2.2	人为因子监测指标	79
4.3	水土流失状况监测指标	81
4.3.1	坡面水蚀监测指标	81
4.3.2	区域水蚀监测指标	81
4.3.3	风蚀区风蚀状况监测指标	81
4.3.4	其他侵蚀状况监测指标	81
4.4	水土流失危害监测指标	84
4.4.1	破坏土地（土壤）资源监测指标	84
4.4.2	毁坏水土保持设施监测指标	84
4.4.3	泥沙淤积危害监测指标	84
4.4.4	水资源污染监测指标	84
4.5	水土保持措施监测指标	87
4.5.1	水土保持措施类型	87
4.5.2	水土保持措施监测指标	87
4.6	水土保持效果评价指标	89
4.6.1	分析计算的效果评价指标	90
4.6.2	直接采集的效果评价指标	90
4.7	城镇建设独特的监测指标	92
4.8	水土保持监测指标遴选原则	93
4.8.1	主要监测指标满足水土保持方案	94
4.8.2	监测指标与监测分区紧密结合	95
4.8.3	区别对待状态量指标与动态量指标	95
4.8.4	监测指标与监测分区和监测时段相结合	96
	参考文献	96
5	开发建设项目水土保持监测分区与监测点布局设计	98
5.1	监测范围	98
5.1.1	监测范围的概念	98

5.1.2	监测范围的界定	99
5.2	监测范围分区	104
5.2.1	分区目的与任务	104
5.2.2	分区原则	105
5.2.3	分区体系及依据	106
5.3	监测重点地段	112
5.3.1	监测重点地段的概念	112
5.3.2	主要的监测重点地段	114
5.3.3	不同行业监测重点地段	119
5.4	监测点布设	120
5.4.1	监测点的类型	120
5.4.2	监测点布设原则	122
5.4.3	监测点布设方法	124
5.5	监测点数量	126
5.5.1	用抽样强度计算	127
5.5.2	用数理统计方法计算	129
	参考文献	131
6	开发建设项目水土保持监测点设施设计	132
6.1	观测样地和调查样地的形状与面积	132
6.2	主要的观测设施设计	134
6.2.1	水蚀观测设施	134
6.2.2	风蚀观测设施设备	137
6.3	几类主要对象水蚀观测样地的位置	139
6.3.1	坡面细沟观测样地	140
6.3.2	弃渣堆积体土壤流失量观测	141
6.3.3	取土取石场土壤流失量观测	141
6.3.4	土质平台边坡观测样地	147
6.4	野外可用来估测土壤流失量的物体	147
6.4.1	水土流失遗迹	148

6.4.2	泥沙淤积体	148
6.4.3	沉积体	149
6.4.4	土壤剖面	149
6.4.5	类比物体	150
参考文献		150
7	开发建设项目水土保持监测方法与数据处理	151
7.1	开发建设项目工程建设区域面积监测	151
7.1.1	监测目的与要求	151
7.1.2	监测方法与设施设备	152
7.2	水土流失因子监测	153
7.2.1	监测方法	153
7.2.2	主要指标的监测方法	155
7.3	土壤流失量监测	173
7.3.1	土壤侵蚀类型与形式	173
7.3.2	土壤流失量背景值	176
7.3.3	水土流失量动态变化	183
7.4	水土流失危害监测	198
7.4.1	水土流失危害范围监测	198
7.4.2	危害数量和程度监测	202
7.5	水土保持措施监测	202
7.5.1	拦渣工程	203
7.5.2	护坡工程	203
7.5.3	土地整治工程	204
7.5.4	防洪工程	204
7.5.5	防风固沙工程	204
7.5.6	泥石流防治工程	204
7.5.7	植被建设工程	205
7.6	水土保持巡查	205
参考文献		207

8 开发建设项目水土保持措施效益计算	210
8.1 关于开发建设项目水土保持措施效益计算	210
8.1.1 关于开发建设项目水土保持措施效益	210
8.1.2 关于开发建设项目水土保持措施效益 计算的主要指标	211
8.1.3 关于开发建设项目水土保持措施效益 计算的基准面积	212
8.2 水土保持措施效益单指标计算与分析	214
8.2.1 扰动土地整治率	214
8.2.2 水土流失总治理度	216
8.2.3 土壤流失控制比	218
8.2.4 拦渣率	220
8.2.5 林草植被恢复率	222
8.2.6 林草覆盖率	223
8.3 水土流失防治标准	224
8.3.1 防治标准等级划分	224
8.3.2 防治标准等级适用范围	227
参考文献	227
9 开发建设项目水土保持监测阶段及其报告编写	229
9.1 开发建设项目水土保持监测周期	230
9.2 开发建设项目水土保持监测阶段划分	231
9.2.1 监测项目投标竞标阶段	231
9.2.2 监测启动准备阶段	232
9.2.3 动态监测实施阶段	233
9.2.4 监测总结报告编制与提交阶段	233
9.3 开发建设项目水土保持监测各阶段主要 成果报告	233
9.3.1 投标书	233
9.3.2 监测设计与实施计划	238

9.3.3	动态监测实施阶段报告	239
9.3.4	监测总结报告	240
	参考文献	242
附录一	关于划分国家级水土流失重点防治区的公告	244
附录二	开发建设项目水土保持监测设计与实施 计划编制提纲 (试行)	256
附录三	开发建设项目水土保持监测阶段报告书 编制提纲	260
附录四	水土保持监测报告提纲	262
附录五	开发建设项目水土保持监测特性表	264
附录六	水土保持监测总结报告	266
附表		268
附表 1	开发建设项目工程建设区域及其分区面积统计	268
附表 2	多年降雨情况登记表	269
附表 3	降雨观测记录表	270
附表 4	多年风向与风速情况登记表	270
附表 5	风向与风速登记表	271
附表 6	土壤 (地面组成物质) 监测成果表	272
附表 7	植被监测成果表	273
附表 8	地形地貌监测成果表	276
附表 9	土地利用现状监测成果表	277
附表 10	土壤流失背景值监测成果表	277
附表 11	径流及泥沙取样与分析记录表	278
附表 12	简易土壤流失观测场观测记录表	279
附表 13	坡面细沟观测记录表	280
附表 14	流域 (区域) 水蚀控制站观测记录表	281
附表 15	简易风蚀观测场观测记录表	282
附表 16	风蚀桥风蚀观测记录表	283

附表 17	集沙仪风蚀观测记录表	284
附表 18	典型泥石流发生情况调查记录表	285
附表 19	滑坡(崩塌)调查记录表	286
附表 20	冻融侵蚀观测记录表	287
附表 21	拦渣工程监测记录表	288
附表 22	护坡工程监测记录表	289
附表 23	土地整治工程监测记录表	291
附表 24	防洪工程监测记录表	292
附表 25	防风固沙工程监测记录表	293
附表 26	泥石流防治工程监测记录表	294
附表 27	植被建设工程监测记录表	295
附表 28	开发建设项目水土保持监测巡查记录表	296

后记	297
----------	-----

1 绪 论

1.1 人类生产活动带来的生态环境变化

一般认为,生态环境是指围绕人类的空间中,可以直接或间接影响人类生活和发展的各种因素的总和。人类的生活和生产离不开生态环境,生态环境是人类生存和发展的物质基础;反过来,人类的生活和生产,尤其是大规模的生产活动又会引起生态环境的变化甚至改变。

在原始社会,人类过着茹毛饮血、渔猎为主的生活,对生态环境的依赖非常明显,经常迁徙以适应生态环境的变化,甚至仅仅是为了适应季节、气候的变化。人类利用自然资源的强度甚小,对生态环境的影响极其有限,生态环境基本处在自然发展变化中。此时,地表的土壤侵蚀主要受气候变化、地质构造运动、冰川等作用的影响,侵蚀速率十分缓慢,被称为自然侵蚀或地质侵蚀。

随着人类社会的进步和发展,生产方式进入到以农业和牧业为主的时期,人类改造生态环境的能力增强,出现砍伐森林、破坏草原开垦种植,而且这些行为日益增加、日益剧烈,变为破坏式、掠夺式的资源利用,从而引发强烈的土壤侵蚀,侵蚀速率成倍或数十倍增加,这就是加速侵蚀。加速侵蚀带来了生态环境的明显变化,风沙、洪涝、泥沙淤积、沙漠化、泥石流等灾害频繁发生,人类的生活、生产条件和生存的生态安全第一次受到严峻挑战。

从16~17世纪以来,尤其第二次世界大战后,在科学技术的支持下,出现了现代工业、现代农业、现代交通运输业等,人类利用自然资源的手段、强度和范围已达到空前的程度,采用大



型机械采掘、加工、运输或转化；被利用的资源既有地表资源也有地下资源，既有海洋资源也有大气资源；到目前，已经导致一些资源匮乏的局面。人类生产规模和能力的巨大发展，一方面显示出人类利用和改造生态环境的巨大能力，另一方面也带来了生态环境的新变化。在全球范围内，有气候变暖、臭氧层破坏、酸雨大范围出现等；在区域内，则表现为环境污染和生态环境恶化等。工业生产、交通运输和生活排放的有毒有害物质，在水体、大气、土壤中富集，难以降解和净化，形成环境污染。矿藏开采、厂矿建设，道路铺设、农林开发等，破坏植被、扰动地面（地下）、堆弃废渣等，引发出剧烈的水土流失、大面积的荒漠化、地面沉降和生态环境严重失调，这些剧烈扰动引发的人为侵蚀速率远大于前述的加速侵蚀速率，造成生态环境恶化，严重威胁人类的生存安全。

我国是世界上水土流失严重的国家之一。20 世纪 50 年代初，我国水蚀面积约 150 万 km^2 ；2002 年，水蚀面积已扩大到 161.21 万 km^2 ，加上风蚀面积已经达到 356.92 万 km^2 ，占全部国土面积的 37.6%。平均年土壤侵蚀总量 50 亿 t，相当于 140 万 hm^2 耕地生产力受到破坏^[1]。50~70 年代，我国沙漠化土地年增加 1560 km^2 ；到 90 年代，沙漠化土地年增加 2460 km^2 。水土流失不仅冲走土壤表层沃土，造成土地退化而贫瘠、作物减产，而且造成江河湖泊水库的泥沙淤积，河床抬高，江河可航路程缩短，湖泊调洪能力降低，引发洪涝、泥石流等灾害；风沙活动形成沙尘暴，良田草场沙化，影响交通运输和经济发展，更加剧了生态环境恶化。

我国又是一个发展中国家。从总体上看，我国国民经济生产总量，尤其是人均生产量还十分低，生产技术和水平落后于西方发达国家。从区域上看，我国西部地区的 12 个省（自治区、直辖市）土地面积约 685 万 km^2 ，占国土总面积 71.4%，有人口 3.67 亿，是一个相对地广人稀的地区，而煤、油、气、锰等资源均占全国资源总量的 50% 以上，亟待开发。加上东北地区老



工业基地技术改造,东部和中部地区新兴产业的崛起与产业重组,都需要加快建设步伐,实现小康社会的全面发展。据统计,“十五”期间我国电力、冶金化工、采矿、水利、水电、交通道路、农林开发、城镇建设等开发建设项目 76810 个,平均每年有 15000 多个项目在建设,较之以往有了快速发展。开发建设项目既给国民经济发展注入活力,为推动区域经济发展作出重大贡献,同时又在建设和生产过程中强烈扰动地面,废弃大量渣石,造成严重水土流失,直接危害建设区及周边地区的生态环境,并对项目生产构成潜在威胁。“十五”期间的建设项目共扰动土地 552.8 万 hm^2 ,其中分布在山地与丘陵区的占 72.1%,分布在风沙区的占 6.5%,分布在平原区的占 21.3%;产生弃土弃渣 92.1 亿 t,其中流失掉 9.46 亿 t,平均年流失量约 2 亿 t,相当于抵消了等量的水土保持减沙效益^[2]。

开发建设带来生态环境恶化,在国外也是触目惊心的,最有影响的一例是美国 1934 年的“黑风暴”。在 19 世纪末到 20 世纪初,美国加快了中西部开发,750 万 hm^2 森林和草原被毁,土地裸露,水分丧失,风蚀加剧。1934 年 5 月发生了黑风暴,狂风卷起黄沙,遮天蔽日,横扫美国中东部,纽约市一片昏暗,大气含沙尘量为 $40\text{t}/\text{km}^3$ 。事后调查,风暴从西部刮起,带走肥沃土壤 3 亿多 t,毁坏耕地 300 多万 hm^2 。风暴过去,西部平原水井和溪流干涸,作物枯萎减产或绝收,牛羊渴死大半,人们被迫背井离乡逃往他地。生态环境恶化的“反馈”,教育了人类必须保护环境,珍惜资源,走人与自然和谐共处、经济与资源持续发展的道路。为了有效保护生态环境和利用好水、土资源,扼制人为侵蚀造成的恶果,2004 年 7 月在澳大利亚的布里斯班召开的第 13 届国际水土保持大会上,讨论的 20 个专题中就有矿区废弃物管理、荒地治理、水质管理、机耕道路侵蚀控制等人为侵蚀专题^[3]。防治开发建设项目带来的生态环境恶化,已成为世界各国,尤其是发展中国家的重要议题。



1.2 开发建设项目水土保持监测回顾

水土保持监测工作是水土保持生态建设的重要基础性工作。一是监测成果是国家和各级政府的生态建设宏观决策的基本依据,包括水土保持方针与政策制定、重点治理区规划与投资规模、治理措施与效果检验及水土保持发展方向等关系国计民生的大事,都需要以监测的结论为判断和决策的依据。二是监测是水土保持事业的重要组成部分。水土保持生态建设的各项工作都离不开监测,水土保持预防监督、查处违法违规案件、防止人为水土流失、征收水土保持规费等都要监测提供数据;实施综合治理、开展规划设计更离不开监测的支持;开展水土保持科学研究和制定水土保持规范、标准等,都需要以长期、系统的监测为基础。三是监测是提高水土保持现代化水平的基础。只有建设布局合理、满足监测需求的监测网络,采用先进的监测手段,坚持长期不断地以应用为目的监测和实现监测信息化,才能实现水土保持现代化的飞跃,这都需要加强水土保持监测预报工作^[4]。

回顾开发建设项目水土保持监测历程,对于总结经验、发现问题和展望未来都是十分有意义的。

1.2.1 农垦生产活动水土保持监测

自从人类驯养动物,大量开垦森林和草地以来,人类历史进入到农业垦殖期。农业垦殖时期长达数千年,随之土壤侵蚀越演越烈。我国西汉末年,黄河流域土壤侵蚀已十分严重,《汉书·沟洫志》记载:“泾水一石,其泥数斗”、“河水重浊,号为一石水而六斗泥”。嗣后,在漫长的历史长河中,逐渐形成了我国水土保持理论和技术,但科学的水土保持监测工作没有开展。

19世纪末,德国学者沃伦首创了小区观测方法,开始了坡面侵蚀监测。1915年监测技术传到美国,到20世纪30年代美国基本建成了覆盖全国的水土保持监测体系,并同时利用水文监测站技术开展流域监测。20世纪30~40年代初,我国在黄土高