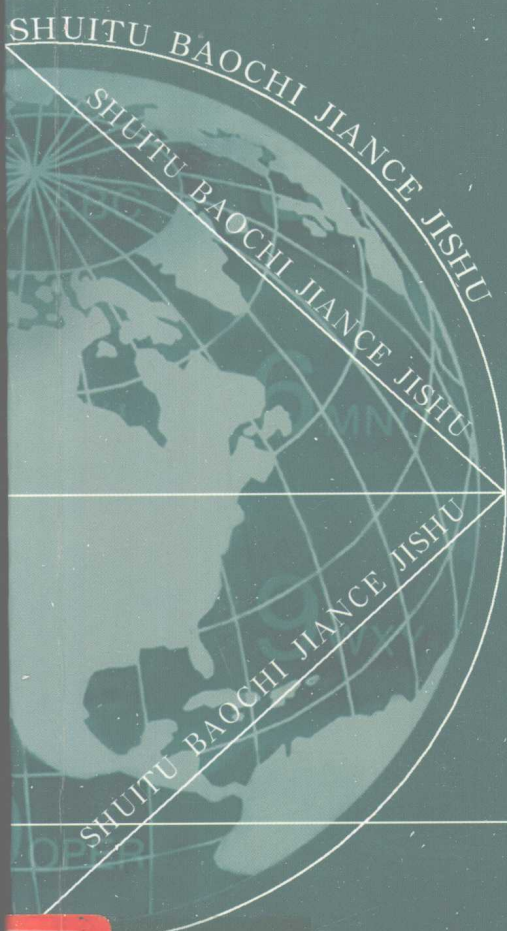


# 水土保持监测技术

SHUITU BAOCHI JIANCE JISHU

主编：刘震



中国大地出版社

# 水土保持监测技术

主 编 刘 震

副 主 编 张学俭 曾大林 郭索彦

编写人员 蔡建勤 沈雪建 李智广 姜德文  
刘秉正 严慕绥 王治国 杨胜天  
许 峰

---

图书在版编目 (CIP) 数据

水土保持监测技术/刘震主编. —北京: 中国大地出版社,  
2004.7

ISBN 7-80097-668-8

I. 水... II. 刘... III. 水土保持—监测  
IV.S157

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 069589 号

---

责任编辑: 马文晓

出版发行: 中国大地出版社

社址邮编: 北京市海淀区学院路 31 号 100083

电 话: 010-82329127 (发行部)

010-82329120 (编辑部)

传 真: 010-82329024

印 刷: 北京纪元彩艺印刷有限公司

开 本: 880mm × 1230mm 1/16

印 张: 19

彩 页: 3

字 数: 558 千字

印 数: 0001-2000 册

版 次: 2004 年 7 月第 1 版

印 次: 2004 年 7 月第 1 版印刷

书 号: ISBN 7-80097-668-8/S · 13

定 价: 48.00 元

---

(凡购买中国大地出版社的图书, 如发现印装质量问题, 本社发行部负责调换)

## 前 言

党的十六届三中全会强调,坚持统筹兼顾,坚持以人为本,树立全面、协调、可持续的发展观,促进经济社会和人的全面发展。这对水土保持生态建设工作提出了新的更高的要求。我国水土流失面广量大,危害严重,对社会经济发展和群众生产生活影响重大。开展水土流失动态监测预报,及时向社会公告水土流失和水土保持状况,为水土保持生态建设和国民经济的健康、稳定、持续发展服务,已成为法律赋予各级水行政主管部门的重要职责。为了进一步提高水土保持监测技术水平,保证监测工作质量,急需加强培训,建设一支既具有扎实基础理论与知识,又掌握专业技能的水土保持监测人才队伍。受水利部水土保持司委托,水土保持监测中心组织编写了《水土保持监测技术》一书。

本书主要内容包括:水土保持监测的目的和意义、监测的组织与管理,水蚀、风蚀、重力侵蚀和其他侵蚀及其防治效果的地面观测技术,传统的调查技术和先进的遥感、地理信息系统技术等在水土保持监测中的应用,开发建设项目水土保持工程监测技术等。《水土保持监测技术》在兼顾基础理论和知识的同时,突出了监测的技术和方法,阐述数据采集、数据质量控制、资料整(汇)编和信息传输等内容。

本书第一章由李智广编写,第二、三章由刘秉正和李智广编写,第四章由杨胜天编写,第五章由严慕绥和许峰编写,第六章由王治国编写,第七章由蔡建勤、王治国、姜德文和李智广编写。全书由曾大林、蔡建勤、李智广统稿,由刘震、张学俭、郭索彦审定。

在编写本书过程中,引用了大量文献中的研究成果、数据与图表。参考文献列于各章正文之后,在此谨向文献作者们致以深切的谢意。

本书不仅是系统的水土保持监测技术培训教材,也可供有关生产、科研和管理单位参考。

编委会

二〇〇三年七月

目 录

前言

第一章 中国水土保持监测概论 ..... 1

第一节 全国水土保持监测的发展历程 ..... 1

一、采用同时代最新技术,开展水土流失严重地区监测 ..... 1

二、不断完善监测技术体系,规范水土保持监测工作 ..... 1

三、健全水土保持监测网络,全面推进监测工作 ..... 2

第二节 水土保持动态监测的原则与总体目标 ..... 2

一、水土保持动态监测的原则 ..... 2

二、水土保持监测工作的主要任务 ..... 6

第三节 水土保持监测的内容和方法 ..... 11

一、水土保持监测的内容 ..... 11

二、水土保持监测方法与技术 ..... 11

第四节 水土保持监测方案 ..... 12

一、水土保持监测尺度范围 ..... 12

二、水土保持监测周期 ..... 12

三、关于监测的定量化问题 ..... 12

四、水土保持监测方案的展开 ..... 12

第五节 全国水土保持监测网络站网组成 ..... 15

一、全国水土保持监测网络站网构成 ..... 15

二、水土保持监测网络站网的职能 ..... 16

三、水土保持监测网络监测分站和监测点布设 ..... 17

四、水土保持监测网络的总体结构与管理体制 ..... 18

五、水土保持监测网络与有关监测系统的关系 ..... 20

第二章 水蚀及其防治效益地面观测 ..... 23

第一节 地面观测技术概论 ..... 23

一、地面观测的特点与要求 ..... 23

二、地面观测的基本原理 ..... 24

三、地面观测研究方法 ..... 25

四、地面观测资料的初步整理与分析 ..... 27

第二节 土壤、降雨与植被因子观测 ..... 28

一、土壤特性测验 ..... 29

二、降雨观测 ..... 35

三、植被因子调查 ..... 42

第三节 坡面侵蚀观测 ..... 45

一、侵蚀小区径流泥沙观测 ..... 45

二、坡面雨滴溅蚀观测 ..... 51

三、坡面细沟侵蚀观测 ..... 55

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| 四、地表糙度及测定 .....           | 56  |
| 五、坡面侵蚀示踪元素法 .....         | 58  |
| 第四节 小流域径流泥沙观测 .....       | 61  |
| 一、站址选择及量水建筑物 .....        | 61  |
| 二、径流站水位观测与计算 .....        | 66  |
| 三、径流站径流观测与计算 .....        | 67  |
| 四、径流站泥沙观测与计算 .....        | 69  |
| 五、径流泥沙资料整编 .....          | 72  |
| 六、小流域侵蚀量调查 .....          | 77  |
| 第五节 水土保持措施效果观测 .....      | 80  |
| 一、水土保持耕作措施 .....          | 80  |
| 二、水土保持生物措施 .....          | 84  |
| 三、水土保持工程措施 .....          | 88  |
| 四、水土保持效益分析与计算 .....       | 90  |
| 第三章 风蚀、重力侵蚀及其他侵蚀观测 .....  | 95  |
| 第一节 泥石流与重力侵蚀观测 .....      | 95  |
| 一、泥石流侵蚀特征 .....           | 95  |
| 二、泥石流侵蚀观测 .....           | 96  |
| 三、泥石流资料整编 .....           | 99  |
| 四、重力侵蚀观测 .....            | 100 |
| 五、沟谷侵蚀调查与观测 .....         | 103 |
| 第二节 风沙侵蚀观测 .....          | 106 |
| 一、沙漠化的风沙气候观测 .....        | 107 |
| 二、流动沙丘移动规律观测 .....        | 110 |
| 三、风蚀强度测定 .....            | 112 |
| 四、风蚀调查与研究 .....           | 114 |
| 第三节 土壤侵蚀几个问题研究 .....      | 116 |
| 一、土壤退化与退化指标 .....         | 116 |
| 二、侵蚀土壤的生产力评价 .....        | 118 |
| 三、侵蚀泥沙输移研究 .....          | 120 |
| 四、冻融侵蚀方式研究 .....          | 121 |
| 五、水土流失预测预报 .....          | 122 |
| 第四章 遥感技术在水土保持监测中的应用 ..... | 133 |
| 第一节 基本概念与基础知识 .....       | 133 |
| 一、遥感的基本概念 .....           | 133 |
| 二、遥感基础知识 .....            | 137 |
| 第二节 目前常用卫星遥感数据 .....      | 144 |
| 第三节 常见遥感处理软件 .....        | 148 |
| 一、PCI .....               | 148 |
| 二、ERDAS .....             | 149 |
| 三、ENVI .....              | 150 |
| 第四节 遥感图象目视判读 .....        | 152 |
| 一、目视判读原理 .....            | 152 |
| 二、判读的方法与步骤 .....          | 154 |

|                                     |     |
|-------------------------------------|-----|
| 第五节 遥感图象的数字处理                       | 155 |
| 一、遥感数据处理流程                          | 155 |
| 二、几何纠正                              | 157 |
| 三、图象的增强处理                           | 159 |
| 四、图象的分类处理                           | 162 |
| 第六节 土壤侵蚀遥感信息提取                      | 164 |
| 一、应用遥感、地理信息系统研究土壤侵蚀的发展动态            | 164 |
| 二、人机交互式解译方法提取大尺度土壤侵蚀信息              | 166 |
| <b>第五章 地理信息系统及全球定位系统在水土保持监测中的应用</b> | 170 |
| 第一节 地理信息系统基本概念                      | 170 |
| 一、地理实体                              | 170 |
| 二、地理数据                              | 170 |
| 三、地理信息系统                            | 171 |
| 第二节 地理信息系统原理                        | 172 |
| 一、地理信息系统的基本组成                       | 172 |
| 二、空间数据结构                            | 174 |
| 三、空间数据的基本特征及拓扑结构                    | 175 |
| 四、空间分析基本操作                          | 177 |
| 第三节 常用地理信息系统软件 ARC/INFO 介绍          | 179 |
| 一、ARC/INFO 概述                       | 179 |
| 二、ARC/INFO 的特点                      | 180 |
| 三、ARC/INFO 的子系统(模块)                 | 180 |
| 四、ARC/INFO 数据结构及操作模式                | 182 |
| 五、地理信息系统软件 ArvView3. X 介绍           | 183 |
| 第四节 基于 ARC/INFO 的空间数据处理与分析          | 184 |
| 一、COVERAGE 概述                       | 184 |
| 二、空间数据的输入                           | 187 |
| 三、编辑空间数据                            | 191 |
| 四、属性数据的输入与处理                        | 194 |
| 五、数据拼接                              | 200 |
| 六、数据显示与查询统计                         | 201 |
| 七、空间数据分析                            | 202 |
| 第五节 全球定位系统基本概念及原理                   | 204 |
| 一、全球定位系统 GPS 的基本概念                  | 204 |
| 二、全球定位系统原理                          | 206 |
| 三、GPS 在水土保持中的应用                     | 207 |
| 四、GPS 接收机的使用方法                      | 208 |
| 第六节 遥感、地理信息系统、全球定位系统在土壤侵蚀调查中的应用     | 208 |
| 一、土壤侵蚀因子分析与信息提取                     | 209 |
| 二、空间数据分析                            | 218 |
| 三、成果显示和输出                           | 222 |
| <b>第六章 调查</b>                       | 225 |
| 第一节 询问调查                            | 226 |

|                               |            |
|-------------------------------|------------|
| 一、面谈 .....                    | 226        |
| 二、电话访问 .....                  | 226        |
| 三、发表调查 .....                  | 226        |
| 四、问卷调查 .....                  | 227        |
| 第二节 收集资料 .....                | 230        |
| 一、资料来源 .....                  | 231        |
| 二、工作步骤 .....                  | 232        |
| 三、应注意的问题 .....                | 233        |
| 第三节 典型调查与重点调查 .....           | 234        |
| 一、典型调查 .....                  | 234        |
| 二、重点调查 .....                  | 235        |
| 第四节 普查 .....                  | 236        |
| 一、普查的作用与类型 .....              | 236        |
| 二、普查的工作步骤 .....               | 236        |
| 三、普查应注意的问题 .....              | 237        |
| 四、普查在水土保持监测中的应用 .....         | 237        |
| 第五节 抽样调查 .....                | 237        |
| 一、抽样调查的有关概念 .....             | 238        |
| 二、抽样误差 .....                  | 239        |
| 三、特征值估计 .....                 | 244        |
| 四、抽样调查的步骤 .....               | 244        |
| 五、抽样调查在水土保持监测中的应用 .....       | 245        |
| 第六节 水土流失与水土保持调查 .....         | 248        |
| 一、水土流失综合调查 .....              | 248        |
| 二、土地利用专题调查 .....              | 252        |
| 三、水土流失专题调查 .....              | 255        |
| 四、水土保持专项调查 .....              | 256        |
| <b>第七章 开发建设项目水土保持监测 .....</b> | <b>258</b> |
| 第一节 项目法人的监测责任与监测原则 .....      | 258        |
| 一、项目法人的监测责任 .....             | 258        |
| 二、监测原则 .....                  | 258        |
| 第二节 监测目的与内容 .....             | 260        |
| 一、监测目的 .....                  | 260        |
| 二、监测内容 .....                  | 260        |
| 第三节 监测重点 .....                | 261        |
| 一、重点监测的开发建设项目 .....           | 261        |
| 二、不同类型工程监测对象 .....            | 262        |
| 第四节 监测方法与频次 .....             | 263        |
| 一、地面观测 .....                  | 263        |
| 二、调查监测 .....                  | 264        |
| 三、监测频次 .....                  | 264        |
| 第五节 地面观测类型与方法 .....           | 264        |
| 一、小区观测 .....                  | 264        |
| 二、控制站观测 .....                 | 265        |

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| 三、简易水土流失观测场 .....         | 266 |
| 四、简易坡面测量 .....            | 267 |
| 五、风蚀量监测 .....             | 267 |
| 六、重力侵蚀监测 .....            | 268 |
| 第六节 监测项目 .....            | 269 |
| 一、水土流失防治责任范围动态监测 .....    | 269 |
| 二、水土流失背景值监测 .....         | 270 |
| 三、水土流失影响因子监测 .....        | 270 |
| 四、水土流失状况监测 .....          | 272 |
| 五、水土保持措施成效监测 .....        | 272 |
| 第七节 开发建设项目水土流失防治标准 .....  | 274 |
| 一、水土流失防治要求与规定 .....       | 274 |
| 二、防治指标及其概念 .....          | 275 |
| 三、不同防治标准的适用范围 .....       | 275 |
| 四、项目类型及时段划分 .....         | 275 |
| 五、分类分级分时段标准 .....         | 275 |
| 第八节 水土保持监测方案与监测报告编写 ..... | 276 |
| 一、监测实施方案(提纲) .....        | 276 |
| 二、监测报告(提纲) .....          | 279 |
| 三、监测报告实例(摘录) .....        | 280 |

# 第一章 中国水土保持监测概论

## 第一节 全国水土保持监测的发展历程

### 一、采用同时代最新技术,开展水土流失严重地区监测

在我国,从 20 世纪 50 年代初到 70 年代末,水土保持监测是以传统手段为主的阶段。1951~1954 年,黄河水利委员会和中国科学院在黄河中游地区组织了三次大规模的水土流失勘查,完成了较完整、较系统的黄河流域水土保持分区规划。1955 年,中国科学院组织了地理、气象、土壤、植物、地质、农业和林业等方面的科技人员 100 余人,组成黄河中游水土保持综合考察队,从山西省吕梁山区以西至黄河峪谷之间 21000km<sup>2</sup> 面积上进行了水土流失普查。同年,水利部对全国土壤水力侵蚀面积进行了初步估查,这是最早的全国范围水土流失调查。1957 年,中国科学院与原苏联科学院组成中苏考察队,对黄河中游作了大面积的考察,编制了自然、经济与水土保持区划以及水土保持典型规划。到 1957 年底,全国共有水土保持试验站和推广站 160 余处。1959~1961 年,黄河流域组织了 30 多个有关科研机构、高等院校和水保部门,进行了水利、水土保持措施对黄河洪水、泥沙和年径流量影响的研究。1963 年,党中央、国务院召开了全国农业科学技术工作会议,会议设有山地利用和水土保持组,制定了七年科学技术规划。

20 世纪 70 年代末,水土保持监测开始向规范化、自动化和系统化发展。随着遥感和计算机等先进技术的应用以及国际合作和交流,监测工作无论在速度和范围方面还是在准确性和可用性方面都有了一个飞跃。1985 年前后,以 80 年代中期陆地卫星多光谱扫描仪(Multi-Spectral Scanning,简称 MSS)卫片为主要信息源,对全国的水蚀、风蚀和冻融侵蚀等进行了第一次遥感调查。在重点水土流失地区,利用航空遥感和航天遥感技术进行水土保持监测的工作陆续展开。遥感(Remote Sensing,简称 RS)、地理信息系统(Geographic Information System,简称 GIS)和全球定位系统(Global Position System,简称 GPS)技术的发展,对水土保持监测起到了前所未有的推动作用。全国第一次土壤侵蚀遥感调查历时 7 年,而第二次调查始于 1999 年,以 90 年代中期陆地卫星专题制图仪(Thematic Mapping,简称 TM)影像为主要信息源,应用了地理信息系统技术,经室内分析解译和野外核查,全部工作仅历时 10 个月,建立了全国 1:100000 土壤侵蚀分类分级的空间型数据库,该数据库包含了按行政区划(全国、省、县等三级)和按全国一级流域(包括黄河、长江、松辽河、海滦河、淮河、珠江、太湖和其他流域)划分的矢量图形库、TM 影像库,以及按县、省、七大流域和全国等统计的侵蚀分类、强度分级的统计数据库。

### 二、不断完善监测技术体系,规范水土保持监测工作

在水土保持预防、治理和监测的实践中,水土保持工作者不断探索和研究监测技术和方法,完善监测技术体系。1984 年水利电力部颁布了 SD122—1984《水坠坝设计及施工暂行规定》,1986 年制定了 SD175—1986《水土保持沟骨干工程暂行技术规范》,1988 年颁布 SD238—1987《水土保持技术规范》和 SD239—1987《水土保持试验技术规范》。1995~1996 年间,水利部修改和完善了 SD238—1987《水土保持技术规范》,并将其提升为国家标准,先后颁布 GB/T 15772—1995《水土保持综合治理 规划通则》、GB/T 16453.1~16453.6—1996《水土保持治理 技术规范》、GB/T 15773—1995《水土保持综合治理 验收规范》和 GB/T 15774—1995《水土保持综合治理 效益计算方法》共 4 部 9 个标准,极大地推动了我国水土保持预防、治理、设计和监测等工作的规范化。1998 年颁布 SL 204—98《开发建设项目

水土保持方案技术规范》，对开发建设项目的水土保持方案编制具有重要的指导作用。2000 年颁发了《水土保持前期工作暂行规定》（包括规划、项目建议书、可行性和初步设计等），对水土保持工作迈向正规的建设程序起到了巨大的推动作用。2001 年颁布了 SL 73.6—2001《水利水电工程制图标准 水土保持图》。2002 年，水利部颁布实施了 SL 277—2002《水土保持监测技术规程》，有力地推动水土保持监测工作，并规范了监测技术和方法。

按照《水利技术标准体系表》（关于发布《水利技术标准体系表》的通知，水国科[2001]150 号）的规定，目前拟编的水土保持技术标准和规范有《水土保持基本术语》、《水土保持工程规划编制规程》、《水土保持工程设计规范》、《水土保持工程项目建议书编制规程》、《水土保持工程可行性研究报告编制规程》、《水土保持工程初步设计报告编制规程》、《开发建设项目水土保持工程施工及验收规范》、《水土保持工程质量评定规程》、《水土保持信息管理技术规范》、《水土保持工程技术管理规程》和《水土保持监测设备通用技术条件》等。这些技术标准的制定和发布实施，将进一步推进水土保持监测的规范化。

### 三、健全水土保持监测网络，全面推进监测工作

《中华人民共和国水土保持法》第二十九条规定：“国务院水行政主管部门建立水土保持监测网络，对全国水土流失动态进行监测预报，并予以公告。”《中华人民共和国水土保持法实施条例》第二十二条规定：“《水土保持法》第二十九条所称水土保持监测网络，是指全国水土保持监测中心，大江大河流域水土保持中心站，省、自治区、直辖市水土保持监测站以及省、自治区、直辖市重点防治区水土保持监测分站。”

2000 年，中华人民共和国水利部令 12 号颁布了《水土保持生态环境监测网络管理办法》，水利部、流域机构、各省（自治区、直辖市）及其水土流失重点防治区陆续建立了水土保持监测机构，水土保持监测工作开始正式列入水土保持部门的日常工作。目前，全国水土保持监测网络已经成立了 1 个国家水土保持监测中心、7 个流域机构水土保持监测中心站、31 个省（自治区、直辖市）和新疆生产建设兵团水土保持监测总站和部分重点预防保护区、重点治理区和重点监督区的水土保持监测分站。在此基础上，全国第三次土壤侵蚀遥感调查、黄河流域水土保持调查、三峡库区水土保持动态监测、京津周边地区土壤侵蚀动态监测工作陆续展开。

建设全国水土保持监测网络与信息系统，及时对水土流失进行监测和预报，全面了解和掌握全国水土流失的变化情况，研究水土流失防治对策，为国家制定水土保持生态建设规划的宏观决策提供科学依据，对我国 21 世纪水土保持生态建设战略目标的实现具有重要意义。按照《国家计委关于全国水土保持监测网络和信息建设一期工程可行性研究报告的批复》（计农经[2002]1176 号）批复，全国水土保持监测网络和信息建设将分期建设。目前，一个覆盖全国各大流域、各省（自治区、直辖市）的水土保持监测网络和信息建设正在按照水利基本建设程序有条不紊地展开。

## 第二节 水土保持动态监测的原则与总体目标

### 一、水土保持动态监测的原则

水土保持动态监测的目的是及时、准确、全面地反映水土保持生态建设情况、水土流失动态及其发展趋势，为水土流失防治、监督和管理决策主动服务、及时服务和超前服务，为国家生态建设提供依据。因此，监测工作应充分考虑服务对象的需求和服务的有效性，在监测工作中遵循服务性、规范性、综合性、动态性和层次性等原则。

#### （一）监测的服务性

水土保持监测的主要任务是向全社会提供不同尺度范围、不同信息细度的水土流失状况及相关的

基础数据,支撑主管部门制定防治水土流失、保护和合理利用水土资源的政策,支持相关行业的科学研究、技术开发、科技推广和规划决策等,支持各级人民政府制定国民经济和社会发展规划。因此,水土保持监测必须根据行政管理用户、技术研究用户和一般公众用户等三类用户对监测信息的需求,确定具体的监测对象、方法,制定相应的监测方案,选定工作人员,配置仪器设备。

#### 1. 行政管理用户

行政管理用户是水土保持工作管理、水土保持监测结果公告的决策用户。按照《中华人民共和国水土保持法》的规定,行政管理用户是各级水行政主管部门,尤其是国务院水行政主管部门和省、自治区、直辖市人民政府水行政主管部门。

一般情况下,决策层用户的日常工作头绪繁多、业务更为繁忙,他虽然关心监测数据获取的方法与过程,但更关注监测结果——水土保持监测情况公告的依据。因此,为行政管理用户提交的信息主要包括监测结果、上报审批数据、统计分析的结论和对下一步工作的建议等内容,而其它相关的内容只在技术审查、详细查询和提出需要等情况下提供查阅。这样,可以避免使行政人员陷入过多的甚至细枝末节的技术问题,而使其明确上报水土保持监测情况的重点及其对管理工作的意义,便于决策。

#### 2. 技术研究用户

技术研究用户是指包括水土保持监测技术人员在内的水土保持科学研究、教学、技术开发、工程施工等单位的管理与技术人员,他们进行监测数据的采集、整理、数据库建设以及统计报表制作和专题制图等工作,开展基础理论研究、科学试验、模型建立和技术开发,负责水土保持工程设计与具体实施。

比较而言,技术研究用户对水土保持监测数据的需求更加广泛也更为详细,他们更关注直接采集的基本数据及其与之相关的监测设施与设备、采集方法、数据记录方式与使用范围、采集人员对上述内容的评价及存在问题的说明等,这些内容是相关的理论研究、模型建立、技术开发和技术标准制定等工作的基础。

#### 3. 一般公众用户

一般公众用户指关心和直接利用水土保持及其监测结果的公众,而不将这些结果用做决策依据或研究基础数据的用户,也就是一般群众。他们泛泛了解全国或区域的水土流失状况及其危害、水土流失防治情况、生态环境现状以及相关的法律法规等。

一般公众用户关心的信息,可以结合水土流失防治典型,在城镇、农村和开发建设单位广泛宣传,使群众将保护水土资源作为自觉履行的法律责任;可以通过定期的宣传和咨询活动,普及和提高全社会防治水土流失和保护意识的知识与意识;可以通过各种媒体,发布水土流失现状及其危害,生态环境现状及其与生产、生活的密切关系。在计算机网络和资讯技术高度发展的今天,可以通过相关的站网、声讯等发布水土保持及其监测情况。

按照《中华人民共和国水土保持法实施条例》规定,必须定期公告水土保持监测情况。在公告时,可以通过高强度、高密度、高覆盖的宣传,使大家了解水土流失的面积、分布状况和流失程度,了解水土流失造成的危害及其发展趋势,了解水土流失防治情况及其效益等,以便达到提高整个国民认识的作用。

在全面开展水土保持监测工作时,综合分析和研究不同用户的需求,针对性地提供不同细度的监测数据,支持水土流失规律研究、水土流失趋势预测和行之有效防治政策的制定;反过来,将新的政策和研究成果及时地贯穿、应用于监测工作中,以便进一步促进监测工作并越来越较好地满足各类用户日益增长的需求。

### (二) 监测的规范性

水土保持监测的内容、技术方法、数据处理与整(汇)编和监测成果的公告等,必须遵循相关的技术标准和管理规定。管理规定必须既注重数据采集和处理阶段的效率与时效性,又注重信息管理和应用阶段的方便与可知性;技术标准必须既强调同一层次上的统一性和可比性,又强调不同层次上的差异性和特殊性。

为了在技术方面保证水土保持监测的规范化,除遵循有关的技术标准和规范外,还需要注意下面五

个方面的问题：

1. 认真做好数据需求分析

为了使每个监测项目在直接满足各自工作需要的同时，又能够为同类监测项目和整个水土保持监测工作提供数据采集、数据整（汇）编、组织管理等方面的借鉴，为监测、管理、科研等多个方面和不同层次提供支持，必须进行详尽的数据需求调查并建立各种数据需求模型。

数据需求研究应该集中在数据项目及其观测系统上，包括：指标体系、观测设施设备、数据采集方法和观测的各个阶段数据完整性控制等。同时，应尽可能及时抢救、收集和挖掘历史资料、并建立数据库。历史数据整理，不仅可以防止资料的丢失，而且可以在数据库设计、数据挖掘的过程中修正既定工作方案和现行的技术标准，为整个水土保持监测工作提供经验。

2. 数据与观测系统的标准化和规范化

标准化和规范化的工作至少包括以下内容：

（1）数据及其文档的标准化。在数据管理的规划和设计阶段，应根据现有数据和不同层次的需求，对已有的和将来要统一监测的数据制定不同层次的标准，确定数据的内容和形式，并进行评价。制定标准和评价时，要注重数据标准的可操作性。依据评价的结果，由专家和管理人员共同制定数据标准，包括数据的定义、格式、精度以及文档的编制。

（2）观测系统的标准化。数据的标准性依赖于观测系统，观测系统的标准化就成为标准数据的基础。观测系统的标准包括：仪器的标准和规范、观测技术方法的规范、观测条件的规范以及数据分析的标准等。数据标准和观测系统标准的制定要统一协调、形式一致。

（3）计算机系统和通讯的标准化。主要指软件系统、通讯设备的兼容性，以及数据交换的畅通性。

3. 数据质量保证和质量控制体系

为了收集、发布和提供准确的数据，使各种研究及预测结果能够真实地反映各种变化的趋势，而不是观测或分析过程中的某些人为因素造成的假象，必须加强数据的质量保证和质量控制。数据质量保证的实施，贯穿于数据的采集、收集、整理、建档和建立数据库、模型计算等整个水土保持监测与数据管理的过程中。在这些过程中，数据质量保证除提高设备性能和人员工作素质外，必须研究数据质量控制的方法、开发数据质量测试软件，以期将可能产生的错误减少到最小（或可以接受的范围内）。

4. 数据文档的编制

对于同一数据，如果附加了不同的限定信息，就可能有完全不同的使用和解释方法。因此，为了将来能准确地解释和使用这些数据，必须对每一个数据项定义标准的限定信息，建立完整的、统一的文档。如：数据收集时间、地点、精度、所用仪器、采用方法、完整性以及其它特点等，并以某种标准的格式记录下来。

5. 数据交流和发布

为了使观测和实验得到的数据可以被科学研究和水土保持工作广泛应用，必须将水土保持监测网络站点观测与收集的、经过质量保证和质量控制系统处理过的数据，按照不同的层次在规定的范围内交流和发布。数据的交流和共享，不仅可以促进水土保持监测工作和水土保持监测网络本身的整合，而且可以加强水土保持监测网络和科研、生产、管理单位的合作。通过交流探讨、分析研究和生产与管理单位的实践，将为水土保持动态监测预报和管理决策提供信息支持。

（三）监测的综合性

针对不同的水土保持监测对象和项目任务，不仅要直接监测水土流失及其影响因素，而且要选择与监测对象和项目任务直接关联的社会、经济及其他方面的监测内容，从多个角度反映水土流失及其预防、治理的方法、措施和效益等状况。在水土保持监测的方法上，既要利用现代先进的高新技术，也要采取常规方法；既要在广泛条件下了解和确定区域的基本状况，又要实地观测和采集具体的指标，互相补充相得益彰，使得监测结果更加全面、科学和可靠。水土保持监测的综合性主要表现在如下三个方面：

### 1. 监测对象的完整性

为了全面反映水土保持监测对象的特征和性状,务必注意监测对象的完整性。监测对象的完整性可以通过三个方面反映:一是不仅要全面反映对象的内涵,而且要全面包含对象的外延,切不可片面地只反映对象的某个侧面;二是不仅要完整反映对象的现状,而且要完整反映对象的历史和发展趋势,切不可静止地只截取对象的某个阶段;三是不仅要科学反映对象本身,而且要科学分析影响对象的各个因素,切不可孤立地从对象到对象做简单的重复。

### 2. 监测内容的全面性

水土保持监测内容的全面性主要通过监测指标体系反映。针对不同的监测对象或监测范围,在设计直接采集的监测指标时,必须完整、科学。在我国水土保持监测中,涉及区域、中小流域和开发建设项目等三个尺度范围或对象,在监测指标设计时应遵循 SL 277—2002《水土保持监测技术规程》,尽可能全面采集全部指标的数据。

### 3. 监测方法的多样性

监测方法的多样性主要是为了保证监测结果的科学性、可靠性和可比性,科学设计的相互对立的监测方法可以互为检验,它们的监测结果可以互为印证。在设计监测方法时要注意常规方法与先进技术相结合,宏观监测和微观监测方法相结合,周期性普查和连续定位观测相结合,全面巡查、典型勘测和样区试验相结合。同时,在水土保持监测方法设计时,应充分利用现有水文、泥沙、生态系统观测的相关技术。

## (四) 监测的动态性

单一的观测只能揭示系统在时间上静止、空间上固定的状态,而在时间上连续和在空间上扩大的观测通常会更加有用,前者揭示出的是在某种干预时系统所引起的变化,例如水土保持工程对控制水土流失的效果;后者揭示出的是观测到的可变事物之间有意义的相互关系,例如土壤类型与可获得的水之间的关系。

水土保持监测应定期或不定期进行,开展连续定位观测、周期性普查和临时性监测,或定位观测、普查和临时监测相结合,以便了解水土流失及其防治现状、分析其动态变化、预测其演变趋势。在大量的监测、专题研究和调查的基础上,综合开展物理过程分析、机理研究和数量统计等,建立各个监测指标、土壤流失量和水土保持效益等预报模型,以期实现定位、定量的动态监测和预报。

## (五) 监测的层次性

水土保持监测的层次性既是监测对象、水土保持防治项目组织管理的客观要求,也是水土保持科学研究发展的必然结果。

### 1. 监测对象的多尺度空间过程

(1) 土壤侵蚀的区域差异。水土流失过程及其影响因子均具有地域上的差异。土壤侵蚀区划研究表明,可以对区域水土流失进行多级别区域类型的划分。根据任务需求,可以进行多种尺度(不同比例尺)的监测、调查与研究。例如:SL 190—96《土壤侵蚀分类分级标准》把全国土壤侵蚀类型区划分为3个一级类型区和7个二级类型区。在黄土高原土壤侵蚀的研究中,黄土高原被分为丘陵沟壑区、高原沟壑区、土石山区、风沙区、干旱草原区、高地草原区、林区、阶地区和冲积平原区,其中的丘陵沟壑区又被进一步细分为五个副区。在小流域综合治理规划中,则将土壤侵蚀评价和治理措施规划落实到具体地块。

(2) 多尺度的土壤侵蚀研究。根据水土保持工作的需要,研究者在多种空间尺度上(全国、区域和小流域)进行了水土保持的调查与制图研究,揭示水土流失的区域或空间差异性,为相关尺度的水土保持规划、防治等提供了数据支持。这种多尺度的研究表明,可以根据监测任务的需要,选择适当的比例尺,以便快速地完成水土保持调查。

(3) 水土流失治理的多尺度规模。目前,水土流失治理规模包括小流域治理、建设开发项目区治

理、世界银行贷款项目区、水土保持示范县和重点防治区等。不同治理规模反映了水土流失治理的多尺度特点,这种特点可以用水土保持规划或方案图件的比例尺反应,例如,在一般情况下,这些图件的比例尺分别为小流域 1:10000,建设项目区 1:5000~1:10000,示范县 1:50000~1:100000,重点防治区 1:100000~1:250000。不同规模的治理,其组织形式(包括项目主持单位、主管单位和项目提出单位)、治理方式、效益分析和验收均有所区别。例如,重点防治工程项目一般由国家(或委托流域机构)和省(自治区、直辖市)水土保持主管部门提出,按县(市、旗)组织实施,按小流域组织验收。

## 2. 监测的多级别组织管理

水土保持监测的组织管理必须既服务于水土保持工作的需要,又反映土壤侵蚀和水土保持工作的区域特点;既有利于全国水土保持生态建设规划的落实,又便于分区分类监测相关内容;既服从于建立全国性的监测体系和技术网络,又为建立全国或区域性的水土流失预测预报模型提供全面、系统的数据。

(1) 监测体系的层次性。《中华人民共和国水土保持法实施条例》第二十二条规定:“水土保持监测网络是指全国水土保持监测中心,大江大河流域水土保持中心站,省、自治区、直辖市水土保持监测站以及省、自治区、直辖市重点防治区水土保持监测分站。”

全国水土保持监测中心对全国水土保持监测工作实施具体管理,组织对全国性、重点地区、重大开发建设项目的水土保持监测,承担对申报水土保持监测资质单位的考核与验证工作。大江大河流域监测中心站参与国家水土保持监测、管理和协调工作,向监测中心提供中等尺度的监测信息,负责组织和开展流域内大型工程项目和对生态环境有较大影响的开发建设项目的水土保持监测工作。省级水土保持监测总站负责对所辖区内的监测分站、监测点的管理,并向监测站和上级主管部门提供监测信息,承担国家、省级开发建设项目水土流失及其防治的监测工作。

(2) 数据管理的层次性。由于水土保持监测数据及其预测结果只能由国务院和省(自治区、直辖市)水行政主管部门公告。因此,监测数据管理系统具有一定的层次性,是一种层次式的网络结构。随着水土保持监测工作的不断扩展和深入,数据量将不断增加,且用户众多、对数据的需求及其使用千差万别,数据的收集、整编、管理必需具有一定的层次性。从监测分站→监测总站→监测中心站→监测中心的常规上行数据传输中,一般不能越级,以免造成数据堆积在上级监测机构;公告的数据、模型和预测结果,可以被任何用户和监测机构使用(检索或二次处理)。特殊情形下或紧急需要时,上级机构可以直接向下级机构索要监测数据,如:实时性强的泥石流预警监测数据、开发建设项目的监测数据。

(3) 数据来源的尺度分异。水土保持监测网络的数据来源主要包括三种:一是布设于全国不同侵蚀类型区的监测点及其观测样区,监测内容主要是微地貌特征等,如:坡度组成、地面物质、土地利用、土壤渗透性、植被类型及其覆盖度等。二是分布于全国各地的水土保持监测分站、监测点以及水文站、研究所、试验站和观测站,包括室内试验和野外试验数据。三是航片和卫片,主要用于通过综合地理景观影像来分析影响水土流失的因子,判定水土流失的类型分布和程度。以上三种数据,具有明显的尺度差异,可以说包涵了从土壤侵蚀的微观机理研究数据到水土流失及其治理的宏观分布、程度等数据。这些不同尺度的监测数据是建立水土流失预测预报模型、评估区域或全国水土流失状况的基础。只有占有了大量的、系统的监测数据,才能去粗取精、去伪存真,才能开发模型、分析水土流失动态、预报水土流失及其治理的发展趋势。

## 二、水土保持监测工作的主要任务

为了既富有成效地开展水土保持监测工作,及时、全面的为水土保持规划、治理和预防监督提供依据;又坚持不懈地进行监测的技术研究,不断完善监测理论体系,同时持续务实地进行能力建设和队伍建设,全国水土保持监测的主要任务包括建设全国水土保持监测网络与信息系统、完善水土保持监测技术标准与管理规章、锻炼和培养监测技术队伍、强化水土流失动态监测、开发预报模型等五个方面。

## （一）建设全国水土保持监测网络与信息系统

### 1. 建设水土保持监测网络与信息系统

全国水土保持监测网络与信息系统建设的总体目标是：以全国水土保持监测中心、流域机构水土保持监测中心站、省级水土保持监测总站及其监测分站为监测信息管理的基本构架，以监测点的地面观测为基础，以全国性、区域性抽样调查为补充，以遥感、地理信息系统和全球定位系统以及计算机网络等现代信息技术为手段，改造和拓展水土保持信息采集方式，形成快速便捷的信息采集、传输、处理和发布系统，实现水土流失及其防治动态监测的现代化，促进监测数据、设备、理论和技术方法等资源的交流和共享，全面提高全国水土保持规划、科研、示范、监督和管理水平，为水土流失预测预报和评价水土保持防治效果提供准确数据，为国家水土保持生态建设决策提供支持。

建设全国水土保持监测网络和信息系统，要做到监测技术有规程、网络管理有规章、动态预报有模型，实现水土保持监测及其信息交流的现代化。建设的主要任务包括水土流失观测和试验设施、数据采集与处理设备、数据管理与传输设备；开展监测网络和信息系统的科学研究，制定水土保持监测方面的技术规范和标准；建立水土保持数据库，研究开发水土保持管理信息系统。同时，培训监测技术人员，建立业务素质过硬、技术管理制度严明的监测人才队伍。

为便于管理和开展监测工作，各级水土保持监测机构在行政上受当地水行政主管部门领导，在技术上和业务上接受上级水土保持监测部门指导。在行政领导上，全国水土保持监测网络实行分级领导、分层管理的网络化管理模式，各级监测站网隶属于相应水行政主管部门，接受水行政主管部门的领导。全国水土保持监测网络业务主要包括开展监测任务、上报监测数据、整（汇）编监测成果、分析水土流失动态和水土保持效果并预测其发展趋势等。为确保整个水土保持监测网络的工作开展、数据交流、资源共享的安全性等，监测网络内部需要实行严格的业务管理制度。水土保持监测网络的业务管理机制，应涉及到上述工作的各个方面。

### 2. 建立水土流失基础数据库

建立全国水土保持基础数据库，是实现水土流失动态监测和预报的基本保证。基础数据库系统具有两种基本功能，即：评价和分析水土保持数据。在这两方面的工作范围很广，从改进国家数据库直到检验、拟订水土保持生态建设政策效应。在评价方面，包括提供数据（数字图形、遥感影像、多媒体材料、文字、数字等），数据的登记管理，评价对象的状况报告和水土流失及其防治的动态变化等；在分析方面，包括支持相关研究，预测水土流失及其防治效益趋势，分析现行水土保持生态建设政策并为制定新的政策提供依据，帮助确定重点工程位置、重点区域及项目评价等。建立基础数据库需要注意三个方面的问题：

（1）数据层。完整的水土流失基础数据库包括四层，即：侵蚀环境背景数据库、区域水土流失调查本底值数据库、评价参数库、土壤侵蚀与水土保持知识库。这里所说的数据包括数字图形、影像、数字和文字等。

（2）基本信息元。合理构建基本信息元，是数据集成和高效管理，进行多源数据的多码查询、检索和统计分析的基础。类似于遥感影像的像元，或社会经济数据统计的行政单位，基本信息元是数据记录的基本单位，空间数据基本信息元是计算机评价制图的基本图斑单元，包括图斑、线条和点；属性数据基本信息元是数据库管理系统的记录，该记录包括要反映对象的若干性质；在调查表格中，基本信息元只能是通过直接采集得到的，而不能是通过其他数据运算而得到的。

（3）数据标准。包括数字图形的空间数据和属性数据、数据库中数据的记录与存储格式、交换方式以及相应的地理坐标系和数据分类分级体系等。

### 3. 完善水土保持监测报告制度，为整个社会提供监测数据

报告制度主要是及时提供不同要求、不同细度的水土流失及其治理的信息，以便定量分析多种因素与水土流失的关系，模拟预测水土流失及其防治措施、生态环境的发展趋势，为水土保持生态建设提供决策信息，以期预测未来并产生正确的控制。

水土保持监测报告制度包括日常监测(连续定位监测)、周期性普查、典型监测(如示范单位或示范项目)和临时性监测(如专项研究和调查等)的报告制度,全国、省(自治区、直辖市)水土保持定期公告制度。报告的内容必须包括水土流失及其防治动态状况以及对动态变化、存在问题的分析等。报告的内容与频率、监测结果的公告,均必须遵循相关的法律法规、政策和文件的要求与技术规范;同时,如果监测任务属于技术咨询服务合同协议内容,还应该符合合同要求。

## (二) 完善水土保持监测的技术标准与管理制度

在现有水土保持技术标准的基础上,吸纳新观念、新科学和新技术,建立健全具有前瞻性的水土保持监测技术标准体系,是监测理论走向科学、监测技术走向成熟、监测工作走向规范的需要,也是水土保持工程建设项目管理的要求。

在全面总结水土流失及其防治、监督和监测工作的基础上,根据监测工作的现状、特点和发展要求,依据《中华人民共和国水土保持法》及其实施条例、水利部令第12号《水土保持生态环境监测网络管理办法》的规定,制定水土保持监测的管理制度,以便确定水土保持监测网络的组织管理与监测成果管理,保证监测人员持证上岗、确保监测工作的规范化。

水土保持监测技术标准体系的建立,必须注意技术标准的体系性、技术条文的强制性与指导性及其量化等问题。

### 1. 监测技术标准的体系性

标准是经协商一致制定并经一个公认的机构批准的的特殊性文件。根据标准的作用可以分为技术标准、设计标准和标准设计。技术标准是标准体系的基础,设计标准和标准设计是在其基础上进一步细化形成的。

在水土保持监测技术标准编制过程中,应根据监测工作的实践和发展需要,确定水土保持监测技术标准体系的建设目标,确立技术标准分类、要求和范畴,分清轻重缓急,逐步制定和完善各类技术标准。

### 2. 标准的强制性和指导性

技术标准与法规或合同不同,法规或合同的条款具有法律强制性,标准的某些条文为强制性的,其他则为指导性的。凡经过批准后颁布的标准,并标明是强制性的,无特殊理由一般不得与之违背;指导性条文一经法规或合同引用也具有强制性。

针对水土保持监测,区分技术标准条文的强制性和指导性必须注意三方面问题:①由于我国地域辽阔,自然条件复杂,需要区分条文在地域上的普遍适用性和区域特殊性;②由于水土保持监测涉及行业众多,监测对象多种多样,需要区分条文在监测对象上的共性要求和行业差异;③由于监测本身肩负着为各种用户提供监测数据的责任,为了监测结果的可比性,需要注意定量化的理论依据(如可换算性)和技术可能性。

### 3. 指标体系的量化要求

技术条文涉及到的分类、分级和评价模型等必需的指标,应该尽可能量化。如果需要比较量纲不同的数据时,可以利用各种方法将不同指标的数值转化为无量纲的数值。制定量化标准时,需要遵循两方面原则:一是数量标准与应用的区域范围、监测精度相适应。在较小尺度区域,评价体系应反映地面的实际状况;在较大尺度区域,可以用以评价单元面积为基准的地表统计特征值表示;二是数量标准具有任意地域的可操作性。分级标准必须适用于全国范围,在相同地区,分级标准应该完全一致;在不同地区之间,分级标准必须可以相互换算。

## (三) 锻炼和培养监测技术队伍,推广监测技术

水利部令第12号《水土保持生态环境监测网络管理办法》第十三条规定:“从事水土保持生态环境监测的专业技术人员须经专门技术培训,考试合格,取得水利部颁发的水土保持生态环境监测岗位证书,方可持证上岗。”

坚持不懈地试验、研究、推广和应用现代先进技术,孜孜不倦地补充、完善和规范水土保持监测常规