

ICS 13 080
B 11

SL

中华人民共和国水利行业标准

SL 419—2007

替代 SD 239—87

水土保持试验规程

Test specification of soil and water conservation

2008-01-04 发布

2008-04-04 实施

中华人民共和国水利部 发布

中华人民共和国水利部

关于批准发布水利行业标准的公告

2008 年第 1 号

中华人民共和国水利部批准《土壤侵蚀分类分级标准》（SL 190—2007）等 2 项标准为水利行业标准，现予以公布。

序号	标准名称	标准编号	替代标准号	发布日期	实施日期
1	土壤侵蚀分类 分级标准	SL 190—2007	SL 190—96	2008.01.04	2008.04.04
2	水土保持试验 规程	SL 419—2007	SD 239—87	2008.01.04	2008.04.04

二〇〇八年一月四日

前 言

根据水利部 2002 年水利技术标准修订计划安排，按《水利技术标准编写规定》（SL 1—2002）的规定，对原《水土保持试验规范》（SD 239—87）（以下简称原标准）进行了修订。

本标准共 13 章 42 节 241 条和 2 个附录。

本次修订的主要内容如下：

——按《水利技术标准编写规定》（SL 1—2002）的规定，修改了原标准的章、节、条、款；规范了计量单位的表示方式，如将“土壤容重”改为“干密度”；进一步细化了水土保持分区及措施配置要求；明确了本标准附录的性质为资料性附录；

——取消了原标准章节中的悬置段；

——以水土流失规律、水土保持措施及效果为重点，规范各种试验的设计、方法、使用仪器、试验内容、原始记录及资料整编等主要环节；

——原标准以水土保持措施类型定试验，而此次修订则以侵蚀营力定试验。两者变化较大，但保留部分水土保持措施试验内容；

——将原标准第 6 章水土保持林业措施试验、第 7 章水土保持牧草措施，合并成一章，即水土保持林草措施及效果试验；

——将原标准第 10 章中间试验，改为水土保持耕作措施及效果试验；

——增加了水土保持技术措施综合配置试验一章；

——将原标准第 11 章土壤理化分析，改为土壤性质试验。

本标准所替代标准的历次版本为：

——SD 239—87

本标准批准部门：中华人民共和国水利部

本标准主持机构：水利部水土保持司

本标准解释单位：水利部水土保持司

本标准主编单位：水利部水土保持监测中心

水利部黄河水利委员会水土保持局

本标准参编单位：水利部黄河水利委员会天水水土保持试验站

水利部黄河水利委员会西峰水土保持试验站

水利部黄河水利委员会绥德水土保持试验站

黑龙江省水土保持研究所

辽宁省水土保持研究所

吉林省水土保持科学研究院

山西省水土保持研究所

河北省承德市水土保持研究所

湖北省黄冈市水土保持与农田水利科学研究所

河南省嵩县水土保持科学试验站

本标准出版、发行单位：中国水利水电出版社

本标准主要起草人：方华荣 于一鸣

本标准主要修订人：郭索彦 鲁胜力 宁堆虎 张长印

陈法扬 郑粉莉 张信宝 杨勤科

杨 洁 张根锁 丛佩娟 冯 伟

常丹东 王海燕

本标准审查会议技术负责人：刘宝元

本标准体例格式审查人：窦以松

目 次

1	总 则	1
2	术 语	2
3	水力侵蚀试验	6
3.1	水力侵蚀模拟试验	6
3.2	核素示踪试验	8
3.3	野外定位观测试验	15
4	泥石流、滑坡试验	22
4.1	泥石流观测试验	22
4.2	泥石流室内模拟试验	26
4.3	滑坡试验	30
5	崩岗试验	39
5.1	治理措施试验	39
5.2	试验设计	39
5.3	观测内容和方法	41
6	开发建设项目水土保持试验	43
6.1	试验目的和内容	43
6.2	试验设计和方法	43
6.3	人工降雨试验	44
7	水土保持林草措施及其效果试验	48
7.1	水土保持林草措施试验	48
7.2	水土保持草措施试验	59
8	水土保持工程措施及其效果试验	71
8.1	试验目的和内容	71
8.2	治坡工程试验	71
8.3	治沟工程试验	74

9	水土保持耕作措施及其效果试验	78
9.1	试验目的和内容	78
9.2	试验地的选择	78
9.3	试验设计	78
9.4	田间区划和管理	80
9.5	观察记载项目	81
9.6	资料整理与分析	84
10	水土保持技术措施综合配置试验	86
10.1	试验目的及内容	86
10.2	试验设计	87
10.3	试验实施与管理	89
10.4	试验资料整理与分析	90
11	土壤性质试验	94
11.1	土壤样品的采集和制备	94
11.2	植物样品的采集和制备	95
11.3	分析工作基本要求	95
11.4	土壤物理性质的测定方法	96
11.5	土壤化学性质分析	97
11.6	土壤微量元素测定	98
11.7	植物近似组成的测定	98
11.8	植物组织中部分元素的测定	99
11.9	分析数据处理	99
11.10	允许误差	100
12	小流域水土保持试验	101
12.1	小流域水土流失规律试验	101
12.2	小流域综合治理试验	108
13	水土保持数据管理	117
13.1	资料整编刊布	117
13.2	专题技术档案	118
13.3	成果汇刊	119

附录 A 观测项目记录单位	120
附录 B 记录表格	121
标准用词说明	126
条文说明	127

1 总 则

1.0.1 为统一水土保持试验方法和技术要求，保证试验资料的精度和试验成果的质量，实现水土保持试验资料资源共享，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于水土保持试验站（所）的水土保持试验，也可供其他单位从事水土保持试验研究时参考。

1.0.3 本标准的引用标准主要有下列标准：

《水土保持综合治理技术规范》（GB/T 16453.1—1996）

《土工试验规程》（SL 237—1999）

《水土保持治沟骨干工程技术规范》（SL 289—2003）

《碾压式土石坝设计规范》（SL 274—2001）

《水工挡土墙设计技术规范》（SL 379—2007）

《主要造林树种苗木质量分级》（GB 6000—1999）

《容器育苗技术》（LY/T 1000—1991）

《水土保持综合治理技术规范》（GB/T 16543.1—6—2008）

《水坠坝技术规范》（SL 302—2004）

《土地勘测定界规程》（TD/T 1008—2007）

《水文测验试行规范》（1975 年版）

《土壤侵蚀分类分级标准》（SL 190—2007）

1.0.4 水土保持试验除应执行本标准外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 表土 (A) 层 surface horizon

位于单个土体的最上部。在该层的生物活动最强烈,进行着有机质的积聚、分解或物质的淋溶等过程。A 层根据不同的土壤类型,可细分成残落物层 (A_{00})、粗有机层 (A_0)、腐殖质层 (A_1)、耕作层 (A)、犁底层 (A_p)、灰化层、灰漂层 (A_b) 和过渡层 (AB) 等。

2.0.2 淋溶 (B) 层 eluvial horizon

位于 A 层之下,由物质淋溶、迁移、淀积或就地富集作用等而在土壤表层之下所形成的土层。根据不同土壤类型可将淋溶层进一步细分成淀积层 (B)、淀积层亚层 (B_1 、 B_2 、 B_3)、B 向 C 过渡层 (B/C)、碳酸钙淀积层 (B_{Ca})、黏化层 (B_t)、石膏淀积层 (B_s)、铁斑淀积层 (B_{ir})、锰斑淀积层 (B_{Mn})、盐积壳 (B_{sa})、潜育层 (B_g)、潜育层 (G)、铝铁残余淀积层 (B) 等。

2.0.3 母质 (C) 层 parent aterial horizon

位于土体的最下部的土层,包括母质层的亚层 (C_1 、 C_2 、 C_3) 等。

2.0.4 小流域综合治理 comprehensive management of small watershed

以小流域为单元,在全面规划的基础上,预防、治理和开发相结合,合理安排农、林、牧等各业用地,因地制宜地布设水土保持措施,实施水土保持工程措施、植物措施和耕作措施的最佳配置,实现从坡面到沟道、从上游到下游的全面防治,在流域内形成完整、有效的水土流失综合防护林体系,既在总体上,又在单项措施上最大限度地控制水土流失,达到保护、改良和合理利用流域内水土资源和其他自然资源,充分发挥水土保持生态效益、经济效益和社会效益的水土流失防治活动。

2.0.5 土壤侵蚀 soil erosion

在水力、风力、冻融、重力等自然营力和人类活动作用下，土壤或其他地面组成物质被破坏、剥蚀、搬运和沉积的过程。

2.0.6 侵蚀营力 erosion force

导致土壤侵蚀的作用力，包括水力、风力、冻融、重力等自然营力及人类对土地破坏的作用力。

2.0.7 水力侵蚀 water erosion

土壤及其母质或其他地面物质在降雨、径流等水体作用下，发生破坏、剥蚀、搬运和沉积的过程，包括面蚀和沟蚀。

2.0.8 沟蚀 gully erosion

坡面径流冲刷土体，切割陆地地表，在地面形成沟道并逐渐发育的过程。

2.0.9 风力侵蚀 wind erosion

风力作用于地面，引起地表土粒和砂粒飞扬、跳跃、滚动、堆积，并导致土壤中细粒损失的过程。

2.0.10 冻融侵蚀 freeze - thaw erosion

土体和岩石因反复冻融作用而发生破碎和位移的过程。

2.0.11 滑坡 landslide

坡面上部分土体或岩石在重力等作用下，沿坡体内部的一个或多个滑动面（带）整体向下运动的现象。

2.0.12 崩岗 collapsing hill

山坡土体或岩石体分化壳在重力和水力作用下分解、崩塌和堆积的过程。

2.0.13 泥石流 debris flow

在重力和水力的综合作用下，山坡或沟道突然爆发的含有大量水和泥沙、石块的液、固两相洪流。

2.0.14 径流小区规划 observation of runoff plots

在特定的闭合区域内，对降雨特征、土壤侵蚀及产流、产沙过程进行的定性观察和定量测量。

2.0.15 土壤侵蚀模拟 soil erosion simulating

在实验室或野外，人工模拟自然界某些土壤侵蚀现象，探求其物理机制，观测水土保持措施功能和效益的试验方法。

2.0.16 人工模拟降雨试验 simulated rainoff experiment

用人工降雨装置模拟不同自然降雨，观测不同处理条件下土壤侵蚀和产流、产沙过程的试验方法。

2.0.17 标准小区 standard runoff plots

在全年裸露、常年休闲的平整坡面上设置的宽为 5m，水平坡长 20m，水平投影面积 100m²，用于观测径流和土壤侵蚀的实验场地。

2.0.18 天然坡面径流场 natural runoff plots

布设在地形、土壤、植被等有代表性的天然坡地上，用于观测径流和土壤侵蚀的自然集流区。

2.0.19 土壤侵蚀模型 soil erosion model

为描述土壤侵蚀状况以及与其主要影响因子间定量关系所建立的物理和数学结构。

2.0.20 水土保持工程措施 engineering measure of soil and water conervation

应用工程原理，为防治水土流失，保护、改良和合理利用水土资源而修建的各项设施。

2.0.21 护坡工程 slop water works

为稳定斜坡、岩体、土体和保护坡面免受冲刷侵蚀而采取的防护性工程设施的总称。按材料和形式可分为植物护坡、干砌石护坡、浆砌石护坡、抛石护坡、混凝土护坡、喷浆护坡、砌石草皮护坡、格状框条护坡等。

2.0.22 坡面水系工程 slope water works

在坡面上修建的用以拦蓄、疏导坡地径流，防止山洪危害，发展山区灌溉的水土保持工程措施。

2.0.23 拦沙坝 sediment trapping dam

在沟道修建的以拦蓄山洪、泥石流等固体物质为主要目的的拦挡建筑物。

2.0.24 沉沙池 sediment deposition pool

用于沉淀泥沙和清除水流中杂物的建筑物。

2.0.25 泥石流防治工程 debris flow control works

在泥石流易发区，为预防和治理泥石流灾害而修建的工程设施。

2.0.26 水土保持植物措施 vegetable measures of soil and water conservation

在水土流失地区，为防治水土流失，保护、改良和合理利用水土资源，所采取的造林、种草及封禁保护等措施。

2.0.27 水土保持林 soil and water conservation forest

以防治水土流失为主要功能的人工林和天然林，包括乔木林和灌木林。根据其功能的不同，可分为坡面防护林、沟头防护林、沟底防护林、塬地防护林、护岸林、水库防护林、防风固沙林、海岸防护林等。

2.0.28 水土保持种草 grass planting for soil and water conservation

在水土流失地区，为蓄水保土、改良土壤、发展畜牧、美化环境、促进畜牧业发展而进行的草本植物培育活动。

2.0.29 水土保持耕作措施 agriculture measures of soil and water conservation

在遭受水蚀和风蚀的农田中，采用改变微地形，增加地面覆盖和土壤抗蚀力，实现保水、保土、保肥、改良土壤、提高农作物产量的一种农业技术措施。

3 水力侵蚀试验

3.1 水力侵蚀模拟试验

3.1.1 坡面水力侵蚀模拟试验应符合下列规定：

1 水力侵蚀过程发生初始阶段雨滴溅蚀试验。其目的是为了研究土壤与雨滴打击力之间的定性定量关系，为保护土壤提供科学依据。用于溅蚀试验设备的 Morgan 溅蚀盘（杯）。其结构和尺寸大小如图 3.1.1 所示。放置土样的内盘，中间留一小孔，直径 10cm，高 2.5cm，可使土壤水渗出，减少土壤表面积水的影响；承接溅蚀土粒的外盘（托盘），直径 30cm，高 10cm。溅蚀试验主要内容应包括：通过雨滴发生塔（器）形成单个雨滴，研究单个雨滴击溅动能、雨滴动能与土壤溅蚀量的关系、不同土壤溅蚀过程及其机理。雨滴溅蚀试验设计由研究内容确定，试验重复次数不应少于 3 次。

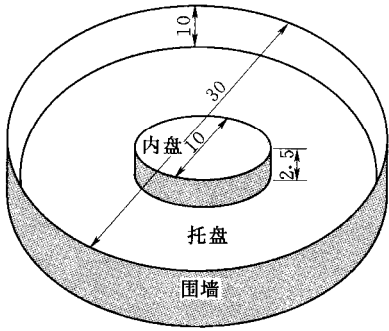


图 3.1.1 Morgan 溅蚀盘（杯）
结构（单位：cm）

影响；承接溅蚀土粒的外盘（托盘），直径 30cm，高 10cm。溅蚀试验主要内容应包括：通过雨滴发生塔（器）形成单个雨滴，研究单个雨滴击溅动能、雨滴动能与土壤溅蚀量的关系、不同土壤溅蚀过程及其机理。雨滴溅蚀试验设计由研究内容确定，试验重复次数不应少于 3 次。

2 降雨模拟试验。其目的是利用人工模拟降雨技术，探索不同降雨和下垫面（如地形、土壤、水土保持措施等）条件下，坡面土壤侵蚀过程及其机理，为建立土壤流失预报模型提供基础数据，并为坡面水土保持措施的配置提供科学依据。用于模拟降雨试验的设备为不同型号的降雨机，主要有侧喷式降雨机和下喷式降雨机两类。目前国内野外使用的降雨机大多为侧喷式单喷头降雨机，通过两组以上降雨机的组合，可获得 30~120mm/h 的降雨强度和所需的降雨面积。

用于室内降雨试验的降雨机有从日本引进的下喷式降雨机、从美国引进的 Norton 型降雨机和我国自行研制的侧喷式降雨机。

试验设备除降雨机外，还应包括径流泥沙采集装置。模拟降雨试验设计由研究内容确定，试验重复次数不应少于 2 次。

试验研究内容应包括：坡面土壤侵蚀方式（主要是片蚀、细沟、浅沟）及演变过程；不同降雨条件下（降雨量、降雨强度、降雨历时、降雨雨型）坡面侵蚀过程及其机理；不同地形条件下（坡长、坡度、坡形）坡面侵蚀过程及其机理；不同类型土壤可蚀性研究；不同水土保持措施抗蚀机理及保水保土效果等。

3 径流模拟试验。其目的研究不同水流条件下水流侵蚀过程及其搬运能力，为水蚀预报提供基础资料；利用人工径流冲刷试验，探索不同汇流和下垫面（地形、土壤、水土保持措施）条件下坡面土壤侵蚀过程及其机理，为建立坡面土壤流失预报模型奠定基础，并为坡面水土保持措施配置提供科学依据。

- 1) 径流模拟试验设备。用于径流模拟降雨试验设备为不同尺寸的水流槽（Flume）、模拟层流或股流冲刷的试验设备及径流泥沙采集装置。水流槽主要用于室内试验，而模拟层流或股流冲刷试验设备，既用于室内，也用于野外。放水流量的设计应由研究区次侵蚀性降雨量、降雨强度和降雨历时而确定。模拟降雨试验设计应由研究内容确定，设计试验重复次数不应少于 2 次。
- 2) 径流模拟试验研究内容应包括：利用水槽试验装置研究不同水流侵蚀过程及其水流搬运能力；通过人工建造细沟发育初期模型，利用人工径流冲刷试验研究细沟侵蚀过程；通过人工建造浅沟发育初期模型，利用人工径流冲刷试验研究浅沟侵蚀过程；利用径流冲刷试验研究坡面土壤侵蚀方式（主要是片蚀、细沟、浅沟）、演变过程；设计汇流冲刷试验研究坡面土壤侵蚀过程。

3.1.2 坡沟系统水蚀模拟试验主要包括：降雨模拟试验和汇流模拟试验，应符合下列规定：

1 试验的目的是利用模拟降雨技术，并结合模拟坡面汇流试验设备，通过建立不同比例尺坡沟系统实体模型，获取次降雨条件下坡沟系统侵蚀产沙过程，定量评价坡沟系统侵蚀产沙来源，为建立土壤侵蚀预报模型奠定基础，并为水土保持综合治理提供科学依据。

2 试验设备为不同比例尺的坡沟系统模型、人工降雨机和径流泥沙采集装置。模型设计应由原型特征和研究内容而定；试验设计的重复次数不应少于2次。

3 试验研究内容应包括：坡沟系统产流和汇流分析、坡沟系统侵蚀产沙过程、坡面汇流对坡沟系统侵蚀产沙贡献分析和坡沟系统泥沙来源分析等。

3.1.3 小流域水蚀模拟试验应符合下列规定：

1 试验目的是利用模拟降雨技术，通过建立不同比例尺小流域实体模型，研究次降雨条件下小流域侵蚀产沙过程，定量评价小流域产沙来源，为建立土壤侵蚀预报模型奠定基础，并为水土保持综合治理提供科学依据。

2 试验设备为不同比例尺的小流域实体模型、人工降雨机和径流泥沙采集装置。模型设计应由原型特征和研究内容而定；试验设计的重复次数不应少于2次。

3 试验研究内容应包括小流域产流和汇流分析、小流域侵蚀产沙过程、支流对全流域侵蚀产沙贡献分析、小流域泥沙来源分析等。

3.2 核素示踪试验

3.2.1 大气沉降核素示踪试验应符合下列规定：

1 测定依据。大气层中的¹³⁷Cs、²¹⁰Pb_{ex}和⁷Be三种同位素，随降水沉降到地面并被表层土壤颗粒吸附，且不被植物吸收或淋溶流失，而是伴随土壤及泥沙颗粒的运动而移动。根据¹³⁷Cs、

$^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ 和 ^7Be 三种同位素的这一特点，可将大气沉降核素示踪技术用于：

- 1) 根据土壤剖面核素流失量测定土壤侵蚀速率。
- 2) 根据不同源地土壤和河流泥沙核素含量的对比，测定不同源地土壤的相对产沙量。
- 3) 根据水库、湖泊、滩地沉积泥沙剖面中核素含量的变化，测定不同深度泥沙的沉积年代。

2 样品采集。

- 1) 土壤样品采集方法。土壤剖面样品分为层样和全样两种。取样框法采集分层样，将取样框嵌入地面，分层刮取框内一定深度土壤；取样筒法采集分层样，将直径 10.0cm 左右的取样筒垂直打入地面，取出完整土芯，按 2~5cm 间隔分割土芯，装入土样袋。全样，将直径 7.0cm 左右的取样筒垂直打入地面，取出土芯，不分层，装入土样袋。非堆积土壤剖面，取样深度 35cm，堆积土壤剖面，取样深度视堆积情况而定。

源地土壤样品主要用于泥沙来源的研究，应用小土铲直接铲取 1~5cm 表层土壤样品，装入土样袋，样品重量 500g 左右。每个源地土壤样品不应少于 3 个。

- 2) Cs 本底值样品的采集。取样地应选择地势平坦、无侵蚀堆积的草地，或地势平坦、面积不少于 0.5hm² 的无灌溉旱作农地。样品数目不应少于 5 个土壤剖面。

- 3) 侵蚀地块样品的采集。

——剖面线法。研究地块内，应垂直地面最大坡度方向布置取样剖面线，不应少于两条平行剖面线，每一侵蚀单元地块每条剖面线不应少于 4 个土样。

——网格法。平行、垂直地面最大坡度方向，应按一定间隔将取样地块划分成网格，在网格的节点处取样。网格取样节点的纵横间距应根据研究需要确定，4~20m 不等。

- 4) 沉积泥沙剖面取样。湖泊、水库沉积泥沙剖面宜钻井取样, 钻机打入一定深度后, 取出完整土芯, 按洪水沉积旋回或一定间隔分割土芯。干涸的塘、库, 可开挖探坑或探井, 从坑壁或井壁分层采集剖面泥沙样品; 垮塌的塘、库, 可从下切沟谷的沟壁暴露的剖面, 直接采集沉积泥沙样品。钻机采样, 应主要根据孔径确定样品重量; 开挖剖面采样, 样品重量应在 500g 左右。

3 样品处理和测试。

- 1) 样品预处理。野外采集的土壤、泥沙样品风干后, 剔除草根和石块, 研磨过筛 (孔径 2.0mm), 分别称取大于 2.0mm 和小于 2.0mm 样品的重量。粒径小于 2.0mm 的样品用于放射性活度的测定。
- 2) 样品测试。样品中¹³⁷Cs、²¹⁰Pb 和⁷Be 的活度 (activity) 用高纯锗探头的多道 γ 能谱仪测定。 γ 能谱仪由保存于液氮中的高纯锗探头 (HPGe) 和多道分析仪组成。样品中核素衰变产生的 γ 粒子作用于探头中的 Ge 释放出信号传到多道分析仪, 多道分析仪自动计数核素衰变释放的 γ 射线的能谱信号, 根据测定时间和谱峰面积, 求算测定样品的某一核素的活度。探头的形状有井形和圆盘形两种。井形探头适用于小剂量样品的测定 (小于 100g), 圆盘形探头适用于大剂量样品的测定 (大于 200g)。

样品测试时, 测试样品称重后装入样品盒, 放入探头内。¹³⁷Cs 的测定谱峰为 661.7keV, ⁷Be 的谱峰为 477.6keV, ²¹⁰Pb 的谱峰为 46.5keV, 测定²²⁶Ra 活度的²¹⁴Pb 的谱峰为 351.9keV, 样品中²¹⁰Pb_{ex}活度是²¹⁰Pb 和²¹⁴Pb 活度之差值。测试时间越长, 样品重量越大, 测试精度越高。用于侵蚀量和相对产沙量研究的土壤、泥沙样品, 宜用圆盘形探头的 γ 能谱仪, 样品测重 200~400g, 测量时间不小于 24000s, 在 95% 可信度水平上, 测量误差 5%~10%。用于沉积物断代研究的泥沙样品, 由于样品较

少,宜用井形探头,测得的 ^{137}Cs 活度的系统误差可能较大,但相对误差不大,可以满足沉积物断代的要求。

测定 $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ 的样品,需在样品盒中密封21d左右,以防止 ^{222}Rn 逸散,待 ^{222}Rn 和 ^{226}Ra 平衡后,再放入探头测试。通过测定 ^{222}Rn 衰变产物 ^{214}Pb 的活度,求得样品中 ^{226}Ra 的活度。

4 土壤侵蚀量计算应采用以下模型。

1) 农耕地可采用质量平衡模型。

——模型 I (mass balance model I)。模型 I 按式 (3.2.1-1) 计算。

$$A = A_{\text{ref}} \left(1 - \frac{h}{H}\right)^{t-1963} \quad (3.2.1-1)$$

式中 A ——取样年份土壤剖面的 ^{137}Cs 面积活度, Bq/m^2 ;

A_{ref} —— ^{137}Cs 本底值, Bq/m^2 ;

h ——年土壤流失厚度, cm ;

H ——犁耕层深度, cm ;

t ——取样年份。

——模型 II (mass balance model II)。模型 II 按式 (3.2.1-2) 计算。

$$\frac{dA(t)}{dt} = (1 - \Gamma)I(t) - (1 - \lambda + P \frac{h}{H})A(t) \quad (3.2.1-2)$$

式中 Γ —— ^{137}Cs 表层富集系数;

I —— ^{137}Cs 沉降通量, $\text{Bq}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$;

λ —— ^{137}Cs 衰变系数 (0.0233);

P ——颗粒分选系数;

H ——犁耕层深度, cm ;

h ——年土壤流失厚度, cm ;

A ——土壤剖面的 ^{137}Cs 面积活度, Bq/m^2 ;

t ——时间, a 。

模型 I 简单易算；模型 II 引入表层富集系数和颗粒分选系数，结果更为合理。

- 2) 非农耕地宜采用剖面模型，按式 (3.2.1-3) 计算。

$$A(x) = A_{ref}(1 - e^{-\alpha x_0}) \quad (3.2.1-3)$$

式中 $A(x)$ ——土壤剖面中某一深度 (x) 以上的¹³⁷Cs 面积活度，Bq/m²；

A_{ref} ——¹³⁷Cs 本底值，Bq/m²；

$e^{-\alpha x_0}$ ——¹³⁷Cs 深度分布系数。

5 土壤侵蚀量计算稳定态质量平衡模型：不同于¹³⁷Cs，²¹⁰Pb_{ex}为连续沉降的天然同位素，在土地利用长期不变的情况下，²¹⁰Pb_{ex}在土壤中呈稳定态分布，土壤侵蚀量计算模型为稳定态质量平衡模型。

- 1) 非农耕地模型，应按式 (3.2.1-4) 计算。

$$(A_{ref} - A)\lambda = 10C_x h \gamma \quad (3.2.1-4)$$

式中 A_{ref} ——²¹⁰Pb_{ex} 本底值，Bq/m²；

A ——侵蚀土壤剖面²¹⁰Pb 面积活度，Bq/m²；

λ ——²¹⁰Pb 衰变系数 (0.031)；

C_x ——表层土壤 ²¹⁰Pb 浓度，Bq/kg；

h ——年土壤流失厚度，cm；

γ ——土壤干密度，g/cm³。

- 2) 农耕地模型，按式 (3.2.1-5) 计算。

$$A_{ref}\lambda(1 - \Gamma) = A\lambda + Ah/H \quad (3.2.1-5)$$

式中 h ——年土壤流失厚度，cm；

A_{ref} ——²¹⁰Pb_{ex} 本底值，Bq/m²；

A ——侵蚀土壤剖面²¹⁰Pb 面积活度，Bq/m²；

λ ——²¹⁰Pb 衰变系数，0.031；

Γ ——²¹⁰Pb_{ex} 沉降通量的当年流失比例；

H ——犁耕层深度，cm。

- 6 相对来沙量计算。

流域内不同源地土壤的相对产沙量宜按式 (3.2.1-6) 和式

(3.2.1-7) 的混合模型计算。

$$\begin{cases} S_k = \sum_{i=1}^n S_{ki} b_i & (k = 1, \dots, n-1) \\ \sum_{i=1}^n b_i = 1 \end{cases} \quad (3.2.1-6)$$

$$(3.2.1-7)$$

式中 S_k ——泥沙中 k 种示踪物的含量；

S_{ki} —— i 类源地土壤中 k 种示踪物的含量；

b_i —— i 类源地土壤的相对来沙量。

7 沉积速率计算。

1) ^{137}Cs 法。沉积物 ^{137}Cs 深度分布剖面中的 ^{137}Cs 峰值深度表征 1963 年沉积，根据峰值深度和时间求算沉积速率。

2) $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ 法。沉积剖面中表层泥沙 $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ 浓度最大，由于自然衰变，随着深度的增加（年代的久远）， $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ 浓度逐渐降低。根据 $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ 含量的变化，可以求算不同深度沉积物的沉积时间。根据剖面 ^{210}Pb 含量降低斜率可用式 (3.2.1-8) 计算出不同深度沉积物的沉积时间，从而计算沉积速率。

$$C_m = C_0 e^{(1-\lambda)a} \quad (3.2.1-8)$$

式中 C_m ——深度 m 处的 $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ 浓度，Bq/kg；

C_0 ——表层沉积物的 $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ 浓度，Bq/kg；

a ——深度 m 处沉积物的沉积年龄，a；

λ ——衰变系数， 0.031a^{-1} 。

3.2.2 人工核素示踪试验 (REE) 应采取以下基本原理并应符合以下技术要求：

1 基本原理。在试验地块不同部位、不同层次的土壤中，人工施放稀土元素 REE，包括镧系的 La、Ce、Pr、Nd、Sm、Eu、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Yb、Lu 等 14 种，在试验地块不同部位、不同层次的土壤中，人工施放稀土元素 (REE)，通过降雨（人工、天然）侵蚀，流失泥沙中 REE 含量的变化和试验地块土壤中 REE 的再分布，测定不同部位、不同

层次土壤的相对产沙量和研究降雨过程中侵蚀产沙的时空变化。

2 施放方法。将商售的氧化稀土粉末（200~500 目）与少量 100 目土壤混合后，再与试验地块土壤逐步稀释混合为示踪土。示踪土的稀土元素浓度，应与土壤背景值有明显差异，保证测试精度。常用的稀土元素有 La、Ce、Nd、Sm、Eu、Dy、Yb 等。

主要施放方法有：分层法，在试验地块内分层布施含不同稀土元素的示踪土；条带法，在试验地块的不同坡长处，沿等高线挖槽布施含不同稀土元素的示踪土；点穴法，在试验地块不同部位挖穴布施含不同稀土元素的示踪土。

3 样品采集、处理、测试。根据研究目的，人工或天然降雨前、后用小土铲分别采集试验地块内不同部位、不同层次的土壤，装入土样袋；降雨过程中，用容器收集试验地块流失的径流泥沙。收集的每种土壤和水土分离后的泥沙样品风干后，均匀混合网格法采取 100g 土样，玛瑙研钵研磨后过筛（100 目），称取 50~100mg 样品封装在 1cm×1cm 的铝箔小袋内作为活靶备用。水土分离后的水样定容后在坩锅内加热蒸发，蒸发后的残留盐分全部收集，粉碎过筛制靶备用。

样品测试时，样品在核反应堆内进行辐照，照射中子积分通量为 $n \times 10^{13}$ 中子/cm²。活化后的样品在多道计算机系统上测定，探测器采用 ORTEC 高纯锗探测器（其对⁶⁰Co 的 1332keV 的 γ 射线分辨率为 2.4keV）。每批分析样品中加入国际通用的标准参考物质（SRMs）作为质控样品。分析样品中各元素的浓度由式（3.2.2）给出：

$$C_j = \frac{S_{sj} S_{pj}}{S_{dj}} \quad (j = 1, 2, \dots, n) \quad (3.2.2)$$

式中 n ——被分析的元素数；

C_j ——第 j 种元素的浓度；

S_{dj} ——标准样品中单位重量第 j 种元素的计数；

S_{pj} ——被测量样品单位重量第 j 种元素的计数；

S_{sj} ——标准样品第 j 种元素的浓度保证值，单位为浓度单位。

3.3 野外定位观测试验

3.3.1 水土保持试验站（所）应具备下列条件：

- 1 有一定数量专业配套的科技人员。
- 2 有能够进行各种试验的科研基地。
- 3 有进行试验的必要手段和设备。
- 4 有可靠的资金来源。
- 5 有为市场服务的技能和具备相应的资质。

3.3.2 试验场的选择应符合下列原则：

- 1 地形、地质、植被、土壤、流域形态、水文特征、土壤侵蚀形态等自然条件有代表性。
- 2 有不同坡度的均一的天然坡面，能满足布设农、林、牧各种试验小区和不同用途径流场的需要。
- 3 交通条件、生活条件比较方便。

3.3.3 试验设计应包括以下内容：

- 1 试验的目的、要求和计划达到的目标。
- 2 试验内容。具体说明要解决的技术问题。
- 3 试验方案设计。详细说明试验设计方法。农、林、牧等措施试验要说明试验处理（包括试验因素、因素水平的划分和组合等）是如何确定的，试验区（包括小区或大区面积、形状、重复次数等）是怎样设计和排列的，应有试验区布置图。
- 4 观测、观察、调查项目和方法。
- 5 资料整理分析方法。
- 6 试验材料的种类、规格和数量。
- 7 需要添置的仪器、设备和经费预算。
- 8 主持人、参加人及分工。

3.3.4 试验设计应符合下列基本要求：

- 1 试验目的。试验要求解决的生产或理论上的实质问题。
- 2 确定试验指标。各项指标应能确实反映并考核、衡量所研究现象的特征，说明试验结果。试验有单指标试验和多指标试

验之分。水土保持措施试验应为减少土壤侵蚀、增加经济效益等多指标试验。

3 合理选择试验因素和处理。进行单因素试验，首先应抓主要因素，解决主要矛盾。取得成果后再进行其他因素的试验；进行多因素试验，试验因素不宜过多，宜为 3~5 个。

4 试验处理设置。应有针对性并便于比较鉴别；处理数目应适当；各因素所取的最高水平与最低水平的差别应恰当；应善于运用“单一差异”原则，使各处理间的差异能够表现出来。

5 试验的自然条件、生产条件等在试验成果拟推广地区应有代表性。

6 应有理论依据。

7 根据设计取得的试验结果应有足够的准确性和精确性。

8 试验结果应具有重演性，在相同的条件下进行相同的试验应能得到类似的结果。

9 应具有简单的形式，能用最直接的方法找出答案。

3.3.5 溅蚀试验应符合下列规定：

1 试验目的。研究土壤与雨滴打击力之间的定性定量关系，分析不同水土保持耕作措施和林草措施对溅蚀的影响，为耕地土壤保护提供科学依据，也为水蚀预报方程的建立提供物理基础。

2 观测设备。观测设备宜采用 Ellision（埃利森）的土壤溅蚀板收集器。此装置由两个连接挡泥板下部的旁侧窄长形矩形槽组成，用它收集溅移的土粒。溅蚀板收集器在溅蚀小区中间应沿等高线垂直于水平面布置，收集槽顶部高出地面 1cm，分别收集坡上和坡下的溅蚀土粒。每级坡度应重复布设两套装置，观测值为两次重复的平均值。

3 降雨观测。在溅蚀试验区布设自计雨量计或自动雨量计记录降雨过程，并布设雨量筒观测降雨量。

4 试验观测项目。包括降雨过程（自计雨量计）、上下溅蚀土粒收集器的溅蚀量、土壤颗粒组成、土壤有机质含量等。

5 应用烘干法处理泥沙样，分别计算坡上方和坡下方的溅

蚀量。

3.3.6 坡面径流小区试验应符合下列规定：

1 试验目的。通过不同下垫面条件下次降雨过程土壤侵蚀的对比观测，研究降雨和下垫面条件对土壤侵蚀的影响，定量分析各因子的贡献，为坡面土壤流失预报模型的建立提供基础资料，为坡面水土保持措施的布置提供理论指导。

2 试验小区。包括标准径流小区（直形坡），直形坡不同土壤、坡度、坡长、作物管理和水土保持措施径流小区，不同坡形径流小区。各试验小区应符合下列技术要求：

- 1) 直形坡标准径流小区规格应为：坡长（垂直投影）20m、宽 5m、坡度 10° ；连续休闲耕、植被覆盖度小于 5%。
- 2) 直形坡试验小区的设计应根据研究内容而确定。
- 3) 土壤径流小区、作物管理径流小区和水土保持措施径流小区的坡度和坡长视研究内容而定，但至少应有一个径流小区的坡度和坡长与标准小区相同。
- 4) 不同坡形径流小区的坡长（垂直投影）20m、宽 5m，见图 3.3.6，地面坡度视研究区地形条件而定，地面应保持连续休闲耕、植被覆盖度小于 5%。

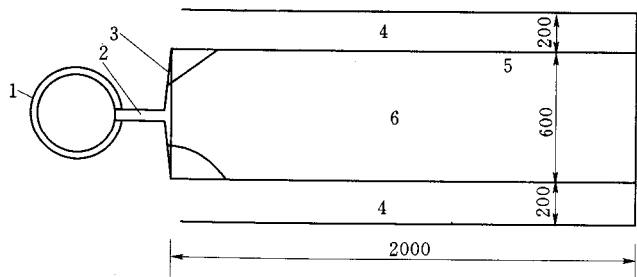


图 3.3.6 径流小区平面布置图（单位：cm）

1—量水设备；2—引水槽；3—集水槽；
4—保护带；5—围埂；6—小区

3 试验场地的选择。在试验小流域内，选择有代表性的坡面设置径流场。选择时要注意保留原有的自然条件，土壤剖面结构相同，上层厚度比较均匀，坡度比较均一，若坡面有小的起伏，可采用人工修整方法，使坡面呈直形坡。

4 径流小区建设应符合下列技术要求：

- 1) 小区修筑。小区边界由水泥板或金属板等边墙围成矩形，边墙高出地面 10~20cm，埋入地下 20~30cm，上缘向小区外呈 60°倾斜，小区底端为由水泥做成的集流槽，集流槽表面光滑，上缘与地面同高，槽底向下及向中间倾斜，斜度达到泥沙不发生沉积。紧接集流槽的是由镀锌铁皮做成的导流管或导流槽。
- 2) 集流桶设计与制作。由厚度不小于 0.75mm 的镀锌铁皮或钢板制作。设计规格应根据当地的降雨及产流情况而定，以一次降雨产流过程中不溢流为准。如产流量大，可采用一级或多级分流桶进行分流，分流孔的数量根据产流而定，分流孔应均匀。在分流桶的前 1/3 处安装纱网或其他过滤设施。不论集流桶还是分流桶，都应在顶部加盖及底部开孔，以保证测流准确及测毕后易于将收集的径流和泥沙排净。集流桶和分流桶的安装应保证水平。
- 3) 雨量筒布设。在每个径流场或每组径流小区处安装一个自计雨量计，并安装雨量筒至少 1 个。

5 径流小区观测项目、设备及观测方法应符合下列技术要求：

- 1) 降水量。在每个径流小区或每组径流小区试验地，布设自计雨量计或自动雨量计，观测降雨过程，并安装雨量筒，观测降雨量。
- 2) 径流量和泥沙量。量水设备为径流桶时，应对所有采集到径流泥沙样的径流桶量取水位高度并采集径流含沙量。通过计算，获取一次降雨过程中径流小区总侵

蚀产沙量。

采样记录采用统一设计的原始记录表，详细准确记录每项观测内容，并计算径流量、含沙量、侵蚀产沙量。

- 3) 土壤水分。对于土壤径流小区，按旬观测土壤水分，并对降水事件的前、后各有一次观测。
- 4) 覆盖度的观测。对于作物、草地和林地径流小区，在每年植物生长季节，按旬观测覆盖度，雨后加测。
- 5) 郁闭度的观测。对于乔木植被径流小区，在每年植物生长季节，按旬观测郁闭度。观测方法采用树冠投影法和线段法。

3.3.7 大型自然坡面径流场试验应符合下列规定：

1 试验的目的。通过不同地形部位或不同侵蚀现象的次降雨径流侵蚀过程的观测，研究坡面不同部位泥沙来源，定量分析坡沟系统侵蚀产沙关系，阐明浅沟侵蚀和切沟侵蚀过程及其对坡面侵蚀产沙的贡献等，为坡面土壤流失预报模型的建立提供基础资料，为坡面水土保持措施的布置提供理论指导。

2 大型自然坡面径流场坡度。自然坡面的实际坡度，其坡长和面积设计视研究内容而定。研究坡面不同部位泥沙来源的大型自然坡面径流场试验的设计应根据研究区地形条件和侵蚀状态而定。研究浅沟侵蚀和切沟侵蚀试验的设计应分别根据研究区浅沟集水区和切沟集水区的面积而定。研究坡沟侵蚀产沙关系的试验设计应根据完整的径流汇集区而定。研究特殊侵蚀现象的大型自然坡面径流场试验应根据研究对象及其研究区的自然条件而定。

3 试验场地的选择。在试验小流域内，应根据研究内容，选择有代表性的坡面且交通方便、设置大型自然坡面的径流小区。

4 大型自然坡面径流小区的建设与坡面径流小区的建设类同。

5 雨量筒布设。在每个径流小区或每组径流小区处应安装

一个自记雨量计或自记录式雨量计，并至少安装雨量筒一个。如果采用量水堰观测径流泥沙过程，应在径流小区底端建设量水堰。如果采用径流桶观测径流泥沙过程，则径流泥沙量计算与坡面径流小区类同，如果采用量水堰观测径流泥沙过程，通过水尺观测水位，并采集泥沙含沙量。通过率定的水位—流量关系曲线，计算径流量；通过径流量和含沙量，计算次降雨过程的侵蚀产沙量。

6 大型自然坡面径流小区观测项目、设备及观测方法与坡面径流小区相同。

3.3.8 小流域侵蚀试验应符合下列规定：

1 试验目的。通过不同治理流域次降雨过程径流侵蚀产沙的观测，研究降雨条件和水土流失综合治理对流域侵蚀产沙的影响，为水土保持措施优化设计提供理论指导，为小流域土壤侵蚀预报模型的建立提供基础资料。

2 试验研究内容。小流域侵蚀试验研究包括：①小流域侵蚀产沙过程；②不同治理方式对流域土壤侵蚀的影响；③土地利用/土地被覆变化对流域水沙过程变化的影响；④降雨和水土流失综合治理对流域侵蚀产沙的贡献分析

3 小流域的选取应视研究区的自然条件、社会经济条件和研究内容而定。所选取的小流域应有广泛的代表性。小流域面积宜为 $10\sim 20\text{km}^2$ 。

4 小流域径流泥沙观测卡口站的选址与建设。应选择沟道顺直、稳定，水流集中，便于布设测验设施的沟道段，顺直长度不宜小于洪水时主槽沟宽的 $3\sim 5$ 倍。测验沟道段宜避开变动回水、急剧冲淤变化、分流、斜流、严重漫滩等不利影响，避开妨碍测验工作的地貌、地物，结冰河流还应避开容易发生冰塞冰坝的地点。若沟道段有急滩、石梁、天然卡口等，测验段宜选在它们的上游。根据水工实验方法确定流速水位关系曲线。

5 流域气象站的建设。在流域内合适部位建立气象观测站。气象站建设应根据有关小气象站观测技术规程进行。观测项目包括太阳辐射、日照、降雨量、气温、湿度、蒸发、风速等气候指

标的总量及其过程。

6 小流域观测项目应符合以下技术要求：

- 1) 太阳辐射、日照、气温、湿度、蒸发、风速等观测，应参照有关气象观测规程。
- 2) 雨量观测。在试验流域至少安装一个自记雨量计或一个自动雨量计，并根据流域形状，至少安装雨量筒 5 个。观测频次应参照国家气象观测标准办法执行。

使用自记雨量计观测降雨量时，采用二段制，每日 8 时、20 时各观测一次，并加测降水起止时间和一次降水总量。使用自记雨量计观测时，每日 8 时观测一次，降水之日在 20 时检查 1 次，暴雨时增加检查次数。记录纸于每日 8 时定时更换，如换纸时适遇大雨，可适当推迟或提前。自记雨量计 1d 时差超过 10min，应进行时差订正；一次虹吸订正值超过 0.1mm 时，应进行虹吸订正。

- 3) 水位观测。观测精度要求至 1cm，平时每日 8 时、20 时各观测一次，洪水时，以能测得完整的水位变化过程为原则。在控制住起涨、峰顶、峰腰、落平和其他转折点水位的前提下，宜按水位变化，均匀分布测次。峰顶附近，不应少于 3 次，落水部分的退水下降缓慢时可 30min 观测一次。
- 4) 泥沙观测。随洪峰水位变化而定，一般单峰洪水不应少于 10 次。大洪水测次加密。洪峰前后，峰顶均应取样，洪水落平后应再取 1~2 次。应控制沙峰和沙量变化过程。每个水样不少于 1000cm³。

7 原始数据记录。采用统一设计的原始记录表，详细、准确记录每项观测内容。

8 通过率定的关系式计算径流量；通过径流量和含沙量，计算次降雨过程的侵蚀产沙量。

4 泥石流、滑坡试验

4.1 泥石流观测试验

4.1.1 泥石流观测试验应符合以下规定：

1 泥石流的野外观测与试验最终目的应为泥石流的治理和治理工程正常运行服务。

2 应对泥石流的形成、运动、动力、冲淤等方面进行观测。应依据泥石流的预测预报理论，以及试验仪器的监测结果对泥石流灾害进行预测预报。在泥石流工程实施后，还应对工程的运行观测。泥石流野外观测试验细目及仪器应按表 4.1.1 的要求执行。

表 4.1.1 泥石流野外观测试验系统

观测试验项目	观测试验细目	主要的观测试验仪器
形成	降水 地下水 滑坡位移 土体含水量 土体张力 形成物的成分和性质 土体渗透性	雨量计 自记水位计 倾斜仪、水准仪、全站仪、GPS 时域反射仪 TDR、频域反射仪 土壤张力计、土壤水势仪 水质速测箱 双环法原位测试渗透系数
运动	泥位 流宽 流速 流态与流动过程	超声波泥位计 经纬仪、全站仪、GPS 浮标投放器、测速雷达 电视录像机
动力	地声 冲击力 弯道超高	泥石流地声测定装置 遥测数传、冲击力仪 水准仪、全站仪、GPS
冲淤	断面冲淤过程 沟段冲淤幅度 堆积形态	经纬仪、全站仪、GPS 动态立体摄影仪 经纬仪、全站仪、GPS

表 4.1.1 (续)

观测试验项目	观测试验细目	主要的观测试验仪器
预报、警报	预报试验：长期预报 中期预报 短期预报 警报试验：地声警报 泥位警报	雨量遥测装置 遥测地声警报器 超声波泥位警报器
	土木工程 生态工程	水准仪、全站仪、GPS
注：仪器应符合国家气象测量标准的要求。		

4.1.2 雨量观测应符合下列规定：

- 1 主要使用的仪器——雨量计包括自记式雨量计、遥测式雨量计和自记录式雨量计。
- 2 设备的选择应由投资的规模、对数据实时性要求以及观测状况等因素决定。雨量计可使用自记式或自记录式。用于预测预报时，应采用遥测式雨量计。遥测式雨量计的信号传输应参考国家通信信道管理法规，传输间隔时间应依据预测预报模型对降雨量雨强数据（10min 雨强或 1h 雨强）和时间序列长短而定。
- 3 雨量计计量数据应能满足 10min 雨强、1h 雨强、6h 雨强、12h 雨强和 24h 雨强的推算。
- 4 降雨分布遵循山区降雨随海拔变化的规律，应充分考虑在不同海拔高度安置雨量计。
- 5 在条件有限地区的雨量观测可只在雨季进行，在旱季应参考相邻地区数据。

4.1.3 土体含水量测量应符合下列规定：

- 1 对泥石流源区土体含水量进行监测的目的，应利用模型进行泥石流活动的预测预报。
- 2 土体含水量测量，有中子测量法、时域反射仪 TDR、频域反射仪 FDR 等，宜采用 TDR 和 FDR 法进行测量。为保持土

体原状性，不宜从野外取土回实验室用烘干法测量土体含水量。

3 采用 TDR 和 FDR 测量时，应进行土壤含盐量分析。如果含盐量超过测试仪器的规定范围，应进行必要的修正，并应对使用的测量传感器进行防盐碱处理。

4 在季节性冻土区，传感器的抗冻性应能满足使用要求，并应对取得的数据进行相应校正。

5 测量精度要求。体积含水量的允许误差应为 $\pm 1.5\%$ ，重量含水量的允许误差应为 $\pm 1\%$ 。

6 采用的测量仪器应配备能进行实时自动记录的数据记录器。记录应使用通用格式（常用软件可以导入的格式，如 EXCEL、ACCESS 等可以使用），记录的时间间隔应能满足分析的要求。有条件时，可采用双记录备份。

4.1.4 土体张力测量应符合下列规定：

1 土体张力与土体含水量、土体强度密切相关。使用土体张力可用于土体破坏的判断。

2 野外现场测量土体张力应使用张力计和水势仪。可根据使用方便性、投资大小、精度要求等选择。

3 张力计的玻璃管应安装呈垂直状态。

4 当使用石膏型水势仪时，对传感器安装前和安装中的处理应按仪器使用规程进行。

5 有条件时可采用带记录器的测量设备。

4.1.5 流速、流量观测应符合下列规定：

1 流速、流量应进行野外观测取得数据。

2 不同类型泥石流进行流速、流量观测应采用不同的方法。观测设计前，应进行野外考察和调查，对泥石流流性质作出正确判定。泥石流可简单分为黏性泥石流和稀性泥石流两种。

3 位置测量点的沟道应相对平稳且顺直，沟道的沟床比降应变化小。

4 对于黏性泥石流，可设置双断面进行流速观测，用两断面的距离或阵流流过两断面的时间差，可算出泥石流的流速；也

可用单断面进行观测，用雷达测速仪进行测量。

5 对于泥位可在沟道中设置测流堰进行观测。沟道两岸应用浆砌石护岸，使沟道呈规则形态——矩形或梯形。在上方应设置超声波测量仪器或在岸壁设置刻度尺测量经过泥石流的泥位。当用超声波测量时应注意区别真实泥位和虚泥位。

6 泥石流的流量可用测量到的流量和泥位数据进行计算而得出。

4.1.6 冲击力测试应符合下列规定：

1 冲击力测试数据作为泥石流防治土木工程设计的必需参数之一，直接关系工程抗冲力的大小、工程规模等。

2 测试位置应选择沟道相对顺直段拟建工程处。

3 应在沟道中设置刚性桩，桩体的刚度可依据过去实施工程的经验确定。

4 冲击力传感器的安装，应能测量到泥石流石块冲击力和浆体压力，安装的高度应根据流域泥石流考察或调查确定。安装数量应依据统计精度的要求确定，宜在 5 个以上。

5 冲击力传感器的量程宜大于 1000kN/m^2 ，如果流域泥石流颗粒级配、流速、流量等数据清楚，可根据现有理论或计算方法适当增大或减小传感器的量程范围。

4.1.7 泥石流防治工程运行观测应符合下列规定：

1 对泥石流防治工程运行观测的目的是为了保证防治工程的正常运行和正常防治效益的发挥。

2 依据工程类型的不同，可分为土木工程的运行观测和生态工程的运行观测。

3 土木工程运行观测应包括：拦沙坝的淤积、坝体位移、溢流口磨蚀、坝体下游沟道下切程度；排导槽的冲淤状况、槽底的磨蚀等。

4 生态工程的运行观测应包括：引种的适应性、自然演替能力、水土保持能力等。

4.2 泥石流室内模拟试验

4.2.1 泥石流土体基本性质的室内试验应符合下列规定：

1 泥石流土体包括泥石流源区的土体（这类土体多数为砾石土），泥石流堆积土体和运动过程中取得的土、水、气综合的混合流体。

2 基本性质的试验包括测定泥石流土体的含水量（率）、土体密度、颗分、流变、岩土物性指标、黏土矿物成分、黏度、液限、塑限、孔隙率、渗透率。

3 含水率试验。泥石流土体的天然含水量及配制土样的不同含水量和风干土的含水量，可通过烘干法测定。使用仪器包括电热烘箱，水分测试仪。具体操作方法执行 SL 237—1999。

4 密度试验。泥石流土体的湿密度和干密度，可通过蜡封法测定，也可用体积法、排水法测定，使用电子秤、容积升。具体操作方法执行 SL 237—1999。

5 干密度试验。土粒在 105~110℃ 下烘到恒值时的质量与土粒同体积 4℃ 纯水质量的比值，可采用比重瓶法测定。使用比重瓶恒温水槽、沙浴锅、电子天平等仪器。具体操作方法执行 SL 237—1999。

6 颗粒组成试验。颗粒组成是指泥石流土体的各种粒组所占该土总质量的百分数，同时测定有效粒径、控制粒径、平均粒径、不均匀系数、曲率半径；采用筛分法适用于粒径大于 0.075mm 的土，使用 60~2mm 圆孔粗筛和 2~0.075mm 细筛；比重计法适用于粒径小于 0.075mm 的土；移液管法适用于粒径小于 0.075mm 的土，使用 0.1~0.075mm 洗筛、洗筛漏斗、天平、台秤、量筒、比重计、移液管、烧杯、温度计、冷凝管、分散剂等。具体操作方法执行 SL 237—1999。

7 界限含水率试验。测定泥石流土体中小于 0.5mm 颗粒组成及有机质含量小于 5% 的细粒土的液限、塑限、塑性指数和缩限；采用液限、塑限联合测定法，使用液塑限联合测定仪、电

子天平、电热烘箱，具体操作方法执行 SL 237—1999。

8 击实试验。测定土的密度与含水率的关系，从而确定土的最大干密度与最优含水率。使用轻型击实试验方法适用于粒径小于 5mm 的黏性土，重型击实试验方法适用于粒径小于 20mm 的土，使用仪器有电动击实仪、天平、电子秤和 20~5mm 标准筛。具体操作方法执行 SL 237—1999。

9 承载比试验。测定小于 20mm 粒径土在承受标准贯入探头贯入土中时相应的承载力，取得扰动土的承载比。贯入法测定承载比，使用承载比测试仪，具体操作方法执行 SL 237—1999。

10 渗透试验。测定泥石流流土体粒径小于 20mm 砾石土的渗透系数。采用常水头渗透试验法进行，使用仪器有常水头渗透仪，还有天平、温度计及木锤、秒表等附件。具体操作方法执行 SL 237—1999。

11 黏土矿物鉴定。测定泥石流流土体的黏土矿物成分及含量；使用的仪器有物相分析法、X 衍射仪。

12 泥石流流体泥浆的黏度试验。测定泥石流流土体中去除粒径大于 0.05mm 土粒的混合泥浆黏度，取得黏性流体在层流无能无力状态下的内摩擦系数、剪切力和剪切强度；使用毛细管黏度计和旋转式黏度计测量法进行，仪器有毛细管黏度计、旋转式黏度计。

4.2.2 泥石流土体强度试验应符合下列规定：

1 泥石流土体强度试验按仪器的不同有双轴直剪试验、三轴剪切试验。三轴剪切试验又依据排水条件的不同分为排水和不排水剪切。泥石流土体粗大颗粒较多，以砾石土为主，剪切试验的样品和试验机的孔径均要求较大。

2 泥石流流体静剪切强度试验。测定泥石流浆体在静止状态下所能承受的极限剪切应力强度，即静剪切强度；取泥石流流体中粒径小于 1.0mm 的土粒，配制泥石流浆体，使用 1007 型泥浆静切力计、流变仪进行试验。

3 粗颗粒土直接剪切试验。测定泥石流土体粒径小于

60mm 的砾石土，分别在不同的垂直压力下，施加水平压力进行剪切直至破坏，确定土体的抗剪强度，其中包括内聚力、内摩擦角。按不同颗粒级配和不同密度配制试样，在不同含水量及饱和状态下，应进行快剪试验、固结快剪试验、慢剪试验，使用应力控制式大型直接剪切仪进行。具体操作方法执行 SL 237—1999。

4 粗颗粒土三轴压缩试验。测定泥石流土体分别在不同的恒定围压下施加轴向压力进行剪切直至破坏，确定土体的抗剪强度，其中包括主应力差、有效主应力比、孔隙压力系数、有效凝聚力、有效内摩擦角。按不同颗粒级配和不同密度配制试样，在不同含水量及饱和状态下，进行不固结不排水剪试验、固结不排水剪试验、固结排水剪试验。使用大型应变控制式三轴仪。其中包括主机、静力控制系统。具体操作方法执行 SL 237—1999。

5 振动三轴试验。测定饱和土在动应力作用下的应力、应变和孔隙水压力的变化过程，确定其在动力作用下的破坏强度、应变大于 10^{-4} 时的动弹性模量和阻尼比等动力特性指标。应按不同颗粒级配和不同密度配制试样，在饱和状态下，确定不同波形和频率，在不同围压下进行动强度试验。使用电磁式振动三轴仪，整个系统包括主机、静力控制系统、动力控制系统和量测系统。具体操作方法执行 SL 237—1999。

4.2.3 泥石流模型试验应符合下列规定：

1 泥石流模型试验是借助于室内的系列试验设备对已发生或可能发生的泥石流进行其形成运动堆积性质的模拟和测试。这些性质包括泥石流的形成条件、形成过程，泥石流运动阻力、流动坡度、流态、流速、流量、动力效应、淤积、固体物质级配、泥石流流体干密度、分散介质的黏度、河床糙率以及泥石流的冲击力等特征。

2 一般试验要求模拟流体与原型流体的物理力学特征相同，两种流体的密度相等；两种流体中的土体颗粒组成相似，两者的黏度和静剪切强度相等。

3 一般试验设备的边界条件与试验流体的规模满足以下限

制条件:

- 1) 黏性泥石流试验槽的横断面尺寸应满足流体流核区对流深和流宽的要求。试验槽的深度应按式 (4.2.3-1) 计算。

$$H_0 = \tau_0 / \gamma_c \sin \theta_b \quad (4.2.3-1)$$

式中 τ_0 ——流体的静剪切强度;

γ_c ——流体的容重。

- 2) 试验槽的宽度应满足式 (4.2.3-2) 的条件。

$$B \geq 5D_{Mm} \quad (4.2.3-2)$$

式中 D_{Mm} ——试验流体中最大石块粒径。

- 3) 模拟泥石流中最大颗粒粒径与流深之比应小于或等于原型泥石流中最大石块粒径与流深之比, 即满足式 (4.2.3-3) 的条件。

$$D_{Mm}/H_{cm} \leq D_{Mn}/H_{cn} \quad (4.2.3-3)$$

式中 D_{Mm} ——模拟流体中最大石块粒径;

D_{Mn} ——原型泥石流中最大石块粒径;

H_{cm} ——模拟流体的流深;

H_{cn} ——原型泥石流的流深。

- 4) 定量模型试验除应遵守前述的一般模型试验的条件外, 还应遵守式 (4.2.3-4) 所示的相似准则, 即保证模拟泥石流和原型泥石流的弗劳德数相等。

$$Fr_n / Fr_m = 1$$

$$\text{或} \quad (u_{cn}^2 / gL_n) / (u_{cm}^2 / gL_m) = 1 \quad (4.2.3-4)$$

式中 g ——自由落体加速度;

u_{cn} ——原型流体的流速;

u_{cm} ——模拟流体的流速;

L_n ——原型流体的线性尺寸;

L_m ——模拟流体的线性尺寸。

- 4 两种流体各个参数比尺系数应符合下列要求:

- 1) 液体线性尺寸比尺: $\lambda_l = L_n / L_m$ 。

- 2) 河床坡度比尺: $\lambda_b = I_{bn} / I_{bm}$ 。
- 3) 流速比尺: $\lambda_u = U_{cn} / U_{cm} = \lambda t^{0.5}$ 。
- 4) 流量比尺: $\lambda_Q = Q_{cn} / Q_{cm} = \lambda t^{2.5}$ 。
- 5) 河床糙率比尺: $\lambda_{n_c} = n_{cn} / n_{cm} = \lambda t^{0.17}$ 。
- 6) 过流断面面积比尺: $\lambda_{A_x} = A_{xcn} / A_{xcm} = \lambda t^2$ 。
- 7) 时间比尺: $\lambda_T = T_n / T_m = \lambda t^{0.5}$ 。
- 8) 流体容重比尺: $\lambda_\gamma = \gamma_{cn} / \gamma_{cm} = 1$ 。
- 9) 流体中各种颗粒的重量百分比比尺: $\lambda_{p_i} = P_{in} / P_{im} = 1$ 。
- 10) 流体中分散介质的黏度比尺: $\lambda_\eta = \eta_{cn} / \eta_{cm}$ 。

4.3 滑坡试验

4.3.1 滑坡试验应由滑坡原位动态观测、试验和室内滑坡试验两部分组成。

4.3.2 滑坡原位动态观测应利用布设在滑坡体或将要发生滑坡的危险斜坡上的观测点, 观测滑坡随时间的位移变形特征和滑体内的应力分布随时间的变化特征, 为滑坡(含崩塌)形成、发生的预测、预报和滑坡、崩塌转化为土壤侵蚀量的分析计算提供基础资料。

滑坡原位动态观测应由表部位移变形观测和深部应力、应变观测组成。表部变形观测分地表裂缝观测和地表整体变形观测; 深部变形观测可分深部应力、应变观测和地下水作用观测, 见图 4.3.2。

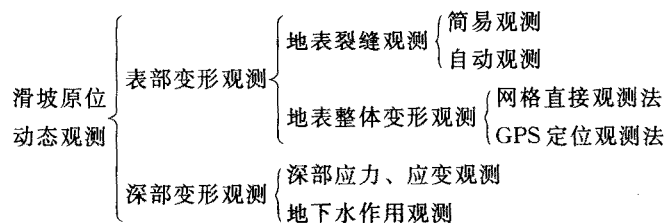


图 4.3.2 滑坡原位动态观测分类简图

4.3.3 滑坡体地表裂缝观测应符合下列规定:

1 地表开裂简易观测。在斜坡变形的主裂缝两侧，布置若干成对的观测桩点，间距 10~20m，见图 4.3.3-1。短期观测用木桩，长期观测用水泥桩，桩中心钉上铁钉作量测参照标准用。若裂缝两侧是完整的岩层，可在岩层上用尖刀刻“十”字作量测参照标准用，定时用钢尺量测每对桩间的斜距和倾角。观测的时间间隔，应最初 1 个月间隔 7d 观测 1 次，目的是确定开裂变形属缓慢变形阶段还是加速变形阶段。若还处在缓慢变形阶段，则观测时间间隔可加长到 1 月 1 次；若开裂变形进入加速变形阶段，则观测的时间间隔可立即缩短到 7d，5d，3d 或 1d，并随时向主管部门报告，得到批准后立即作出临滑（塌）报警。按表 4.3.3 的格式进行观测资料记录整理。

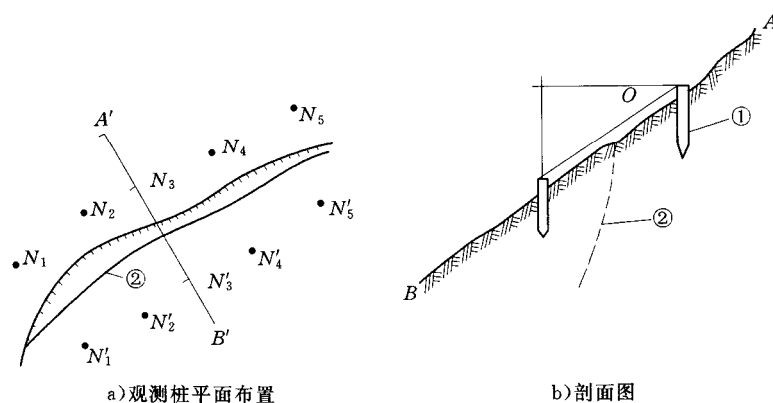


图 4.3.3-1 裂缝简易观测示意图

$N_1 \sim N_5$, $N'_1 \sim N'_5$ —观测桩号；①—观测桩；②—裂缝

用式 (4.3.3-1) 和式 (4.3.3-2) 计算两观测桩间的累积水平位移和垂直位移：

$$L = \Delta l \cos \alpha \quad (4.3.3-1)$$

$$H = \Delta h \sin \alpha \quad (4.3.3-2)$$

式中 L ——两桩间的累积水平位移；

H ——两桩间累积垂直位移；

Δl 、 Δh ——两桩实测变形增量；

α ——两桩间地面倾角。

两桩间的实际变形增量 Δl 、 Δh ，由前、后两次观测计算的
水平位移、垂直位移相减即得。用式（4.3.3-3）及式（4.3.3-4）计算两观测桩间的累积水平位移和垂直位移：

表 4.3.3 斜坡开裂变形观测登记表（点号 N_1-N_1' ）

时间 (年.月.日)	量测值		计算累积变形 (cm)		计算变形 (cm)		说明
	斜距 (cm)	倾角 (°)	水平 L	垂直 h	水平 Δl	垂直 Δh	
1992.5.1	250.15	12.00	244.70	52.01			度与度 之间的分 用内插法 计算
1992.6.1	258.85	12.10	253.04	54.55	8.34	2.54	
1992.7.1	267.20	12.30	260.87	57.84	7.83	3.29	

$$L = \Delta l \cos \alpha \quad (4.3.3-3)$$

$$H = \Delta h \sin \alpha \quad (4.3.3-4)$$

式中 L ——两桩间的累积水平位移；

H ——两桩间累积垂直位移；

Δl 、 Δh ——两桩实测变形增量；

α ——两桩间地面倾角。

两桩间的实际变形增量 Δl 、 Δh ，由前、后两次观测计算的
水平位移、垂直位移相减即得。

2 库（河、湖）岸开裂与坍岸的简易观测。可采用排桩法。
在可能产生坍岸（或滑坡）的地段，垂直于库岸布设若干排桩。
排桩一端始于库岸内侧稳定坡体，另一端到库岸边缘。排间距
20~40m，桩间距 10~20m，跨越主要拉裂缝两侧设桩，见图
4.3.3-2。观测记录、位移计算方法与地表岩、土缝简易观测基
本相同。

3 仪表对斜坡变形的自动观测。根据上述观测原理，在布
桩的位置，安放探头，应用仪表对斜坡开裂变形进行自动记录测
量。近 10 多年研制应用的有伸缩仪光纤位移计、地表测斜仪

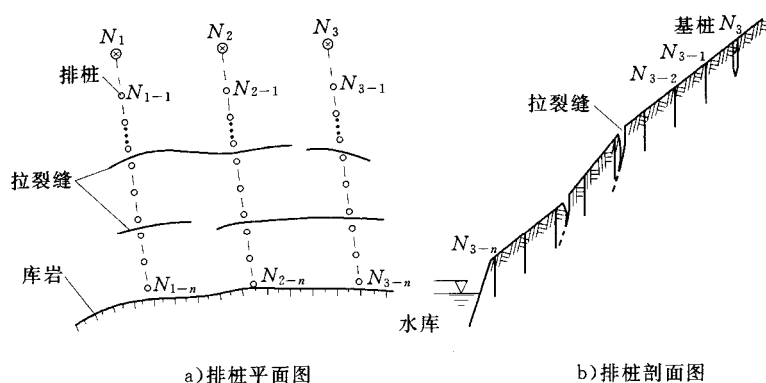


图 4.3.3-2 库岸裂缝、坍岸排桩法观测示意图

N_1 、 N_2 、 N_3 —基桩； N_{1-1} ， $\dots$ ， N_{1-n} —观测桩

(测量斜坡开裂变形、位移)。应用近代电子技术和遥测系统，可实现自动监测记录信息发送、传输、接收等自动观测。

4.3.4 滑坡体地表整体变形观测应符合下列规定：

1 网格直接观测法。

- 1) 仪器设备选用：6s 级普通经纬仪、不锈钢测针。
- 2) 观测网布设：在滑体上平行滑坡主轴方向布设 3 条以上纵向观测断面，垂直或接近垂直滑坡主轴方向上布设 3 条以上横向观测断面。观测剖面穿过滑体，两端置于滑体外围稳定岩、土体上，作为观测基桩。基桩用于安放仪器和参照标准，应用钢筋水泥制作。桩中心钢筋顶端制成“十”字，作对准用。在纵、横剖面的交点处打埋观测桩。若观测桩为临时性桩（1~2 年），可用木桩打入，桩中心打入小铁钉，作对准测距、测角用。3 年以上的观测桩应用钢筋水泥制成。观测网布设好后应制定强有力的保护措施，防止桩损坏、丢失。
- 3) 位移观测：首先标定基桩位置与高程，然后将经纬仪置于基桩 A_1 ， $\dots$ ， B_1 ， $\dots$ ，分别对准另一端的照准

桩，测量滑体本观测断面上观测桩的距离与方位角。将纵、横剖面交汇观测桩的位置点绘在最初观测网布置的平面图上，即可量算出观测桩水平位移、垂直位移和位移的方向。

- 4) 资料整理：将各观测桩量算出的水平位移和垂直位移分别在滑坡观测网平面图上点绘出水平位移、垂直位移矢量图，见图 4.3.4-1~图 4.3.4-4。从图 4.3.4-2 看出，此滑坡水平位移后部大，中部小，前部没有明显变形，说明此滑坡还未整体滑移，滑动的力学特征是推动式；图 4.3.4-3 表明此滑坡垂直位移后部下滑量大，中部东部上拱，西部少量下滑，前部全部上拱，但上拱量很小，说明此滑坡有转动的性质，可能发展成推动式快速滑坡；图 4.3.4-4 滑坡水平位移矢

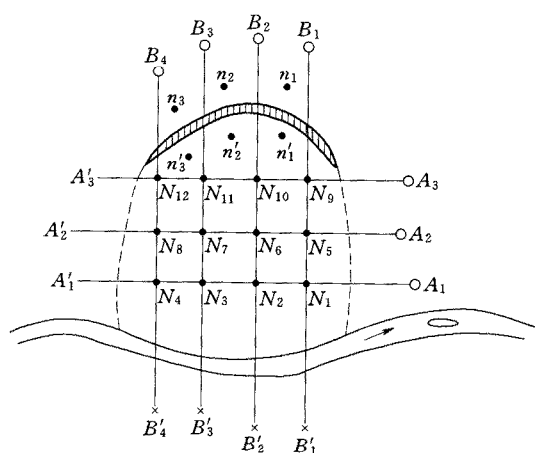


图 4.3.4-1 滑坡观测网平面布置示意图

A_1, B_1 —仪器安置点； A'_1, B'_1 —照准

点； N —观测桩； n —裂隙观测桩

量图，表明滑坡横向上分块滑移的特征。从孔口放入另一根测绳系的球形重锤，到某一位置重锤就停止下移，记下测绳读数，若与孔底测球上提位置相差 2m 以

上，表明此变形体有上、下两个变形带（滑动面），见图 4.3.4-5 之 c)。

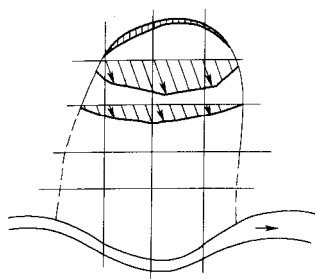


图 4.3.4-2 滑坡变形水平位移矢量图

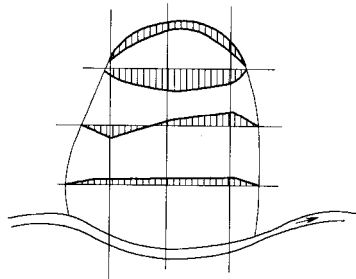
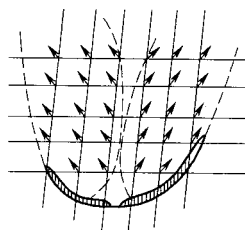


图 4.3.4-3 滑坡变形垂直位移矢量图

2 滑坡深部变形仪表观测。

- 1) 滑面计和钻孔测斜仪：安放在钻孔中，测定滑体深部变形的位
置（滑动面）。
- 2) 多功能滑面计：安放在钻孔中，不仅可测得滑动面的位置，而且还可测得变形量的大小、方向
和应力。
- 3) 土压力计：安放在相对不动建筑物内侧，如抗滑挡土墙内侧滑动面以上位置，抗滑桩内侧及两侧滑动面以上位置，可测定滑体作用于墙上的推力。
- 4) 地声计、地震仪、地电仪：安放在滑体表部，可测定地下某一定深度由于位移变形使岩土体错动发出的声响、地震波和地电异常。
- 5) 水位计、孔隙水压力计：安放在钻孔内常年地下水位变动的位置，可测定地下水位和孔隙水压力发生异常



4.3.4-4 斜坡变形横向分块水平位移矢量图

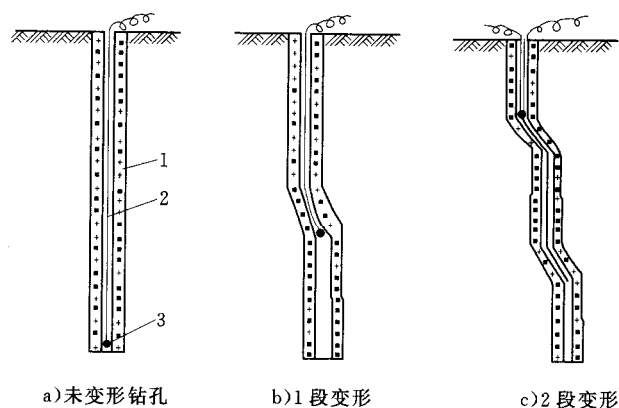


图 4.3.4-5 利用钻孔对滑动面进行观测

1—填粗砂；2—测绳；3—重锤球

变化的位置。

4.3.5 滑坡体深部观测系在斜坡变形体纵、横断面上，打 5~6 个钻孔，钻孔直径为 7~8cm，深度大于估计滑动面 3~5m。钻孔内插入直径 5cm 的硬质塑料管，孔壁与塑料管外壁间用粗砂填实，用测绳起始端系上球形重锤放入塑料管内，直抵孔底；另一端固定在孔口处，其目的是测定斜坡深部变形与否和变形位置（可能的滑移面）。当斜坡深部某一位置变形，可将塑料管剪弯或剪断，拉动提升孔口的测绳，当球形重锤升到变形部位时就会拉不动，记下测绳读数，即为可能滑动面埋深，见图 4.3.4-5 之 b)。

4.3.6 滑坡体原位观测应符合下列规定：

1 动力触探。利用一定高度的落锤能量，将圆锥形探头打入土中。根据打入的难易程度（贯入度、锤击数或贯入阻力来表示）判定土层性质和力学参数。若将探头换为标准贯入器，则称标准贯入试验。此法借助钻孔可测定深埋滑动面（带）土层抗剪强度指标。

2 静力触探。用静力将探头以一定的速率压入土中，利用探头内的力传感器，通过电子量测仪将探头受到的贯入阻力记录

下来，由此分析土层的工程性能，换算抗剪强度指标。此法可在钻孔中和试坑内进行。

3 大剪仪法。与室内的直接剪切仪法的原理完全一样，但在试坑内进行，利用原位土样，土样断面积是室内的 10 多倍，可包含粗砂、碎石、小块石，所以更符合天然状态。

4 水平推剪试验。实际上是现场原位小型滑坡模拟试验，在长方形试坑中进行。试验样品为三面临空的长方体，体积是大剪仪法的几十倍，所以本法得出的抗剪强度参数更接近天然情况，是最理想的原位直剪试验。除卧式液压千斤顶外，本法不需其他大型设备。试验用的钢板、方木都是试验者依据现场设计的，投资省，操作也较简便。但此法也有一个大的弱点，只能布设在滑体表部；要布设在滑动带附近，只能在滑体后部和前缘选择，至于滑体中部滑带土的原位直剪试验几乎是不可能的。

4.3.7 滑坡室内试验应符合下列规定：

1 滑坡岩土物理力学性质试验。在滑体（含危险斜坡）上采取有代表性的原状岩、土样品，并注意密封保持原状结构与水分，立即送试验室试验。样品尺寸：方形 $20\text{cm} \times 20\text{cm} \times 15\text{cm}$ ；圆柱形直径 110mm ，长 20cm 。滑体内岩土主要做物理性质常规试验，试验项目由含水量、干密度、液限、塑限、颗粒组成，必要时还可增做渗透试验和结构、矿物、化学成分试验项目。在滑带土十分难取的情况下，可模拟滑带土做抗剪强度试验。

2 滑带土的力学性质试验。首先采集滑带土原状样，滑体前后缘可在探坑内取，滑体内可在钻孔中取。如无钻探，可先分析推断滑带土的可能性质特征，在滑体表部选择类似的土坑试挖采取，试坑深度应大于 1.2m ，确保试样的原状性，密封后立即送试验室试验。主要试验项目：除常规物理性质试验外，重点做滑带土天然状态、饱和状态土抗剪 C 、 φ 值的峰值强度试验、滑带土多次剪切和残余强度试验。必要时可增做滑带土流变强度试验。

3 滑坡模型试验。针对一个具体的滑坡或危险边坡问题设

计的，没有固定的方法、模式，但所有的滑坡模型试验都要经历以下阶段（过程）：

- 1) 模型试验的总体构思和设计阶段。
- 2) 模型试验所需仪器设备的购置、加工和试验材料的准备阶段。
- 3) 模型制作阶段。
- 4) 试验操作、记录阶段。
- 5) 试验资料整理与试验报告编写阶段。

5 崩 岗 试 验

5.1 治 理 措 施 试 验

5.1.1 作为改变崩岗坡度及地形，控制径流对土体的破坏，并可拦沙蓄水，为植物的生长创造条件的工程措施试验，其具体试验内容包括：崩岗顶部及崩口采用截水沟（天沟）和水平沟工程，防止坡面径流进入崩口；沟口修筑谷坊和拦沙坝，抬高侵蚀基准面，稳定坡脚，减少崩塌等；崩壁应削掉不稳定的土体，修成小台阶植树、种草、种竹。

5.1.2 作为崩岗整治的一项治本措施的生物措施试验，应根据立地条件，选择配置林、草、竹种。

5.2 试 验 设 计

5.2.1 沟头防护工程设计应包括以下内容：

1 截水沟（天沟）设计。设计目标应为防御暴雨标准，按10年一遇24h最大降雨量。截水沟应布设在崩口顶部外沿5m左右的地方，从崩口顶部正中向两侧延伸。截水沟长度应以能防止坡面径流进入崩口为准，为10~20m，特殊情况可延伸到40~50m。截水沟断面宜采用半挖半填式梯形断面，沟内底宽为0.4~0.5m，深0.6~0.8m，两侧内坡比1:1，埂顶宽0.4~0.5m；外坡比1:1。

2 竹节水平沟设计。应在截水沟的上方和两侧坡面，沿等高线开挖水平沟，在沟内每隔2~3m筑一道略低于沟埂的土挡。按5年一遇24h暴雨设计。断面设计时，可按式（5.2.1）计算。

$$A = KdPL\cos\alpha/1000 \quad (5.2.1)$$

式中 A ——水平沟横断面， m^2 ；

K ——安全系数，取1.2；

L ——坡面长度， m ；

d ——径流系数;

P ——10 年一遇 24h 降雨量, mm;

α ——坡面倾角。

5.2.2 跌水应包括单级、多级、台级、悬臂式 4 种, 常用的为单级式跌水。

5.2.3 谷坊工程依据建筑材料可分为土谷坊、石谷坊、生物谷坊。谷坊应选择在沟底比较平直、谷口狭窄、基础良好的地方修建; 崩沟较长时, 可修建梯级谷坊群; 修谷坊应坚持自上而下的原则, 先修上游后修下游, 分段控制。土谷坊可按 10 年一遇 24h 暴雨设计, 拦沙容量可按式 (5.2.3) 计算。

$$V = FM_s Y \quad (5.2.3)$$

式中 V ——拦沙容量, m;

F ——谷坊集水面积, hm^2 ;

M_s ——土壤侵蚀模数, $\text{m}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$;

Y ——设计淤满年限, a。

计算坝高与容量的关系, 可根据当地地形, 通过测量计算。按照设计容量, 可求得相应的坝高。

坝体断面一般为梯形, 采用定型设计, 各部参考尺寸见表 5.2.3。

表 5.2.3 谷坊断面各部参考尺寸

坝高 (m)	1	2	3	4	5
顶宽 (m)	0.5	1.0	1.5	2.0	3.0
底宽 (m)	2.0	6.0	10.5	16.0	25.5
上游坡比	1:0.5	1:1.0	1:1.5	1:1.5	1:2.0
下游坡比	1:1.0	1:1.5	1:1.5	1:2.0	1:2.5

5.2.4 拦沙坝适合在来沙量大的崩岗出口处修建。单坝控制面积 $3 \sim 5 \text{km}^2$ 的, 其设计应按 SD 175—1986 执行; 单坝控制面积超过 5km^2 的, 可按 SDJ 218—1984 IV、V 级工程设计。

5.2.5 护岸挡土墙设计按 SL 379—2007 执行。

5.2.6 应将崩岗壁悬崖陡坡逐级削成台阶，稳定崩岗壁和改善植树种草条件。台阶面宽宜为 0.5~1m，高差宜为 0.8~1m，边坡宜为 1:0.5~1:1，台阶内侧应修建 0.2m×0.3m 的蓄水沟。

5.2.7 沟头和崩壁上部土壤水分、养分条件差，应种植适应性强的植物。崩岗下部条件较好，可种植乔木和经济林木树种。生物措施种苗的选择应乔、灌、草、竹、藤结合，根据立地条件和植物种的生物学特性，按适地适种的原则，通过对比试验方法确定。试验方法参照本标准第 7 章。

5.3 观测内容和方法

5.3.1 基本情况调查应包括：气候特征、地质构造和岩石特征、地貌特征、植被特征和社会因素等内容。

5.3.2 崩岗边缘线以上坡面调查应包括：坡面切沟数量、切沟深度、裂隙数量、裂隙宽度及长度、崩岗边缘距分水岭距离等内容。

5.3.3 应根据崩岗陡壁观测作出以下判断：

1 陡壁高度大于 5~7m 时，常在崩岗边缘上方 1~2m 范围内出现平行岗缘的裂隙，表明土体有进一步崩塌的可能性。

2 陡壁倾角小且较低矮时陡壁较为稳定。而较高的陡壁，在倾角小于 60°~75°时较稳定；大于 75°时，土体常呈块状崩落。

3 在上、下土层抗蚀性出现明显差别时，常出现悬空土体。如崩岗边缘陡壁有 20%~30%呈悬空状态，说明此崩岗仍处于剧烈发展之中。相反，完全停止崩塌的崩岗则很少见到悬空土体。

5.3.4 经过对崩岗塌积堆调查，宜作如下分析：

1 崩岗内塌积堆的数量及单个塌积堆体积的大小均可说明崩岗内松散物质的多寡，也可间接说明崩岗对下游输出泥沙的量及其危害。

2 塌积堆表面形态的调查可判断崩岗所处的发育阶段及其稳定状态。通常正在发育的崩岗，其坡度均超过 50°~60°；已经

停止发育的崩岗，其塌积堆坡度多小于 $35^{\circ}\sim 40^{\circ}$ 。

3 塌积堆表面植被覆盖度因子可说明塌积物是否被植被固定。崩塌仍在继续的崩岗，塌积堆表面或是新鲜的土体无任何植被，或是仅有少量零星植被而塌积堆表面呈多条近平行的冲沟。若表面基本为植物所覆盖的塌积堆，输沙模数则要小得多。

5.3.5 流通道沟底泥沙堆积状态和植被覆盖状态的调查，可判断上方崩塌区的侵蚀状况。如果沟底砂砾粒径较细而且较厚并混有少量草根团（由黏粒及粉粒组成），则说明崩岗在继续发展，侵蚀产生的细小颗粒不断被输出；如颗粒粒径较粗，则说明崩岗区内细小颗粒经长期侵蚀已冲蚀殆尽，且无崩塌松散物继续补充，残留的较大颗粒逐渐地在沟道中沉积，崩岗发展已近尾声；如果沟底部分或全部为植被覆盖，则表明此崩岗已完全停止发展，此时的沟口沉积区常具较好的土壤墒情，可作为经济林果用地。

5.3.6 径流与泥沙流失量观测，可在流通道中段较窄的地方，设置 $2\text{m}\times 2\text{m}\times 0.5\text{m}$ 的沉沙池，使崩岗下泄的水全部流入池内。每次大雨过后由专人负责从池中挖出沉沙，测量计算。

5.3.7 剖面物理性观测应包括土壤机械组成、密度、含水量和饱和度。观测方法可参照土壤理化性质分析。

5.3.8 生物措施效益观测应按本标准第 7 章执行。

5.3.9 工程措施效益观测应按本标准第 8 章执行。

6 开发建设项目水土保持试验

6.1 试验目的和内容

6.1.1 试验目的在于探索开发建设项目不同侵蚀单元（即原地貌因挖填方形成的边坡和平面）在不同自然条件下的水土流失类型、流失强度、流失量，为编制水土保持方案和治理水土流失提供依据。

6.1.2 试验内容主要包括水土流失量、水土保持措施效果等。

6.1.3 试验场地应根据试验方法确定。径流小区法和侵蚀沟体积量测法可用于坡度较缓的挖填方边坡，钉子法用于挖填方平面。

6.2 试验设计和方法

6.2.1 小区试验设计。每个小区的面积为 100m^2 （以斜面面积计），长 20m，宽 5m。处理数目应根据侵蚀沟体试验内容确定，每一组可设置一个对照（ck）小区。

6.2.2 体积分量测法。可选择在挖方区或填方区斜坡，固定 10~100m 的线段，（长度视坡的长短而定），在坡的上、中、下三个部位，量测侵蚀沟的宽度和深度，并计算出每一条沟的侵蚀量，再换算成土壤侵蚀模数。侵蚀沟形成的时间应由调查确定。

6.2.3 钉子法。可选择有代表性的面 100m^2 （ $10\text{m} \times 10\text{m}$ ），随机打入 5cm 长的铁钉 50 根，钉帽应与地面水平，应在每个钉帽上涂上红漆。每年年底量测铁钉出露地面的高度。

6.2.4 沉沙池体积测量法。用于测量弃土弃渣的流失量。可选择恰当的地形建沉沙池，设计标准为 10 年一遇。根据来沙量多少确定清沙次数，每年宜清沙 1~2 次。

6.3 人工降雨试验

6.3.1 试验场地应选在野外，水源、电力、交通条件较好的地方。

6.3.2 仪器设备及使用方法应符合下列规定：

1 采用 ZKSB—1 型旋转下喷式降雨器时，其降雨强度为 30~300mm/h，级差为 15mm，相应的喷头水压为 0.075~0.18MPa。应按下列方法使用：

- 1) 建立供水水池，确保供水稳定。
- 2) 设 4 组不同供水系统的开关阀门，可按不同雨强要求进行开关。
- 3) 水压调节阀可按雨强要求调至压力。
- 4) 操作调节应按表 6.3.2-1 进行操作。

表 6.3.2-1 旋转下喷式降雨器操作调节参数表

雨强 (mm/h)	1 号	2 号	3 号	4 号	水压 (MPa)	均匀度
30	关	关	关	开	0.075	0.084
45	关	关	关	开	0.25	0.86
60	关	关	开	关	0.16	0.88
75	关	开	关	关	0.20	0.90
90	关	开	关	关	0.18	0.91
105	关	开	关	关	0.27	0.94
120	开	关	关	关	0.20	0.95
135	关	开	关	开	0.16	0.95
150	关	开	关	开	0.22	0.96
165	开	关	关	开	0.18	0.96
180	开	关	关	开	0.20	0.97
195	开	关	开	关	0.20	0.97
210	开	开	关	关	0.16	0.98

表 6.3.2-1 (续)

雨强 (mm/h)	1 号	2 号	3 号	4 号	水压 (MPa)	均匀度
225	开	关	开	开	0.14	0.98
240	开	关	开	开	0.18	0.99
255	开	开	关	开	0.15	0.99
270	开	开	关	开	0.20	0.99
285	开	开	开	关	0.20	0.99
300	开	开	开	开	0.18	0.99

注：1~4 号为 4 组不同的阀门组。

2 采用手持 ZKSB—2 型便携式野外降雨器时, 可选择以下参数及安装调节方法。

1) 性能参数。

——降雨面积可任意组合, 降雨高度为 3m、4m、5m、6m。

——降雨强度: 10mm/0.5h、15mm/0.5h、20mm/0.5h、25mm/0.5h、30mm/0.5h、35mm/0.5h、40mm/0.5h、45mm/0.5h、50mm/0.5h、55mm/0.5h、60mm/0.5h、65mm/0.5h、70mm/0.5h、75mm/0.5h、80mm/0.5h、85mm/0.5h、90mm/0.5h、95mm/0.5h、100mm/0.5h。

——降雨均匀度: 均大于 80%。

2) 安装调节方法。

——安装方法: 将水泵、过滤器、分(回)水器(含压力表、调节阀)、供水管(含立杆活接头)、喷头立杆(含压力表、调节阀、高度调解杆、喷头)各部件组装后, 配丝扣连接即可。

——调节方法: 依据实验要求雨强值查阅表 6.3.2-2, 更换相应的喷头挡水板; 调节分水器上的回水调节阀, 使主供水压力略大于表 6.3.2-2 要求的值; 仔细调节各喷头立杆压力调节阀, 使各立杆喷头

压力接近表 6.3.2-2 的要求值；由于现场及装配情况不尽相同，依据表 6.3.2-2 的要求值调整喷头立杆与设定降雨区的纵横向相对空间位置；雨强越大，喷头立杆距设定降雨区轴线越远，挡水板孔径越大，水压略增大，喷头组合形式趋于对喷，视不同现场情况、装配情况、风力情况，增减喷头立杆中部降雨高度调节杆即可调节降雨高度。

表 6.3.2-2 降雨器调节数据表（两个喷头）

雨强 (mm/h)	立杆水压 (MPa)	挡水板 孔径 (mm)	均匀度 (%)	喷头立杆坐标 (距轴线) (m)	降雨面积 (m ²)	喷头组 合形式
10	0.1	3	69	3	3×4	单喷
20	0.1	5	69	3	3×4	单喷
30	0.28	6	83	3	3×4	单喷
40	0.1	9	85	4	3×5	单喷
50	0.1	11	82	4.5	3×4	单喷
60	0.16	7	76	3.5	3×8	对喷
70	0.1	12	90	3.7	3×4	对喷
80	0.16	8	88	3.5	3×5	对喷
90	0.17	9	87	3.5	3×6	对喷
100	0.1	12	92	3.5	3×8	对喷
110	0.1	12	92	4.5	3×6	对喷
120	0.12	12.5	96	4.5	3×6	对喷
130	0.12	13	100	4.5	3×5	对喷
140	0.14	12.5	93	3.5	3×6	对喷
150	0.14	13.5	90	3.5	3×6	对喷
160	0.15	13	88	4.5	3×8	对喷
170	0.15	13.5	87	4.5	3×6	对喷
180	0.15	14	88	5	3×6	双喷

注：此表系人工降雨试验记录，填入表 6.3.2-3。在室内无风时率定，仅供使用调节雨强参考。实际应用时应以现场率定为准。

3 人工降雨试验结果应记入表 6.3.2-3 的记录表中。

表 6.3.2-3 人工降雨试验记录表

降雨 时间 (min)	产流 时间 (min)	取样 时间 (s)	桶号	桶+径 流重 (kg)	桶重 (kg)	径流量 (L/min)	饭盒号	饭盒+ 干泥 沙重 (g)	饭盒重 (g)	泥沙量 (g/min)

7 水土保持林草措施及其效果试验

7.1 水土保持林草措施试验

7.1.1 试验目的和内容应符合下列规定：

1 试验目的在于解决有关水土保持林的各种造林技术问题，为广大水土流失地区提供科学依据。

2 试验研究的主要内容应包括：水土保持优良树种引种试验，水土保持林体系配置、混交林型、林带结构与密度试验，水土保持造林与营林技术试验等。

7.1.2 试验地的选择和试验设计应符合下列规定：

1 水土保持树种引种试验，宜选择地形坡度比较平缓、土壤肥力差别不大、日照较好、有灌溉条件、有代表性的典型地段作试验地；水土保持林体系试验，应选择地形、地质、土壤有代表性，面积在 $1\sim 5\text{km}^2$ 的小流域作试验地，或结合试验小流域的综合治理，在土地利用规划所确定的林地上进行。

2 试验设计应包括以下内容：

1) 树种的选择：除优良水土保持树种引种试验可从国外或国内其他地区引进新的树种外，其他试验的树种都应从本地乡土树种或外地引进但已驯化了的树种中选择。选择时，应认真对本地区的天然林和人工林进行调查研究工作。对于拟选用材种除应考察其在不同立地条件下的生长势和生长量外，还应特别注意对其经济价值和蓄水保土作用的分析。

2) 试验区的设置：优良水土保持树种试验应以当地造林常用的乡土树种为对照，引进的不同树种为处理；造林和营林技术试验，应以当地常用的造林、营林技术措施为对照，采用不同的造林、营林技术措施为处理；水土保持林体系配置试验，应以当地常用的配置方式

为对照，其他不同配置方式为处理；混交林型试验，应以常用造林树种的纯林为对照，不同混交林型为处理。

- 3) 种子：不应使用带有森林病虫害检疫对象的种子、苗木和其他繁殖材料。对于选用的种子，应积极推广种源适宜的良种，优先选用优良种源和良种基地生产的种子；播种造林种子的质量应符合《林木种子质量分级》(GB 7908—1999)规定的合格种子的标准。为提高播种造林成效，在播种前根据需要，可对林木种子进行浸种、催芽、拌药等处理，有条件的可进行电子技术处理。

4) 苗木：

——适于裸根苗，应使用 GB 6000—1999 规定的 I、II 级苗木；水土保持防护林应选用良种健壮大苗造林。容器苗应执行 LY 1000—1991 容器育苗技术的规定。

——苗木管理：苗木质量的检验和起苗、包装、运输、贮藏等技术，应执行 (GB 6000—1999) 和 LY 1000—1991 的规定；根据造林任务，就近育苗，避免长途运输造成损失。

- 5) 试验小区面积和重复次数：优良水土保持树种引种试验，试验小区面积应视试验地的条件和试材多少而定，宜以 50~100 株树木为一个小区，重复 2~3 次；造林营林技术试验、混交林型试验，试验小区和对照区面积应为 0.1~1.0hm²，重复 2~3 次；水土保持林体系配置试验，应结合流域综合治理进行，造林面积 1~5km²，只设对照，不设重复。同一重复的试验小区，应配置在土壤肥力水平相近的区段上。若试验地在山坡上，同一重复的试验小区坡向应一致，海拔应相同。
- 6) 小区排列方式：引种试验，可采用随机排列；造林营

林技术和混交林型试验，可采用顺序排列。

- 7) 保护带的设置：应防止牲畜和人为破坏，消除边际效应，便于识别不同的重复。在试验地周围宜设置 4~6 行保护带，在两个重复的试验小区间宜设置 2~4 行保护带，树种应与小区树种相同。

7.1.3 整地和抚育管理应符合下列规定：

1 同一试验，同一重复的整地方式应一致（不同整地方式试验除外）。在可能情况下，山地造林应用水平阶或反坡梯田整地，防止因水土流失程度不同而造成的试验误差。

2 不应在试验林内间种作物，管理措施应相同，锄草、灌水、灭虫和间伐应在同一日期进行。引种试验，可不进行整枝。从造林开始，即应建立林地管理档案，并按实际作出确切的记载。

7.1.4 林班、标准地、标准行的划分应符合下列规定：

1 林班。根据不同水土保持林种建立林班，应依林种实行编号。分水岭防护林林班编号应为分 A，各处理间编号为分 A₁、分 A₂、…、分 A_n，对照区为 A；混交林型林班编号应为混 B，各处理间编号应为混 B₁、混 B₂、…、混 B_n，对照区为纯林 B。依此类推。

2 标准地。依据划定的林班，应在对照区与试验处理区内，按林地上、中、下部位，随机抽样，选择标准地 3~5 块，面积各为 100~200m²，作为对照与试验处理区的定位调查和观测标准地。

3 标准株行。在标准地内，应随机抽样，选定观测调查的标准株和标准行，实测株数应为 30~50 株。小区林木株数应在 100 株以下，可全部观测调查，不另选标准株行。

7.1.5 水土保持林根系固土作用测定应符合下列规定：

1 在相同条件下应对灌木林地和无植物生长的空闲地进行原位直接剪切。剪切箱剪切截面为 50cm×50cm，剪切厚度应根据需要确定。

2 测定方法应符合下列技术要求：

- 1) 选择测定地：采用对比研究法。在同一种土壤（主要以机械组成为根据）应选择土壤种类、物理性质相同（或相似）的地方作为测定地的对照测定。

测定点应选在测定地里比较平缓、植物生长良好的均一地。测定前应对测定点的情况作详细记载，填入表 7.1.5-1 中。

表 7.1.5-1 测定地基本情况表

种名				树龄		平均密度	
土壤种类				机械组成情况			
坡度		坡向		树木生长情况评价			
剪切箱内插入的株数			株/m ²	剪切截面平均密度			株/m ²
测定地： 省 县 乡 村							年 月 日

- 2) 测定前的准备工作：在选定的测定点，用土围成约为 100cm×100cm 见方的土围，测定前 24h 起应连续灌水，使上圈内始终有水，并在灌水的第二天待水渗完后进行测定。

- 3) 测定：应将剪切箱垂直于地表或坡面慢慢压入土内，压入深度为 20cm。土体原位直接剪切示意图见图 7.1.5，并应符合下列技术标准：

——将剪切箱四周的土轻轻去掉，不应扰动剪切箱内的原状土。

——测定剪切箱外土壁的土壤紧实度（以与剪切箱底端深度为准）。

——记录剪切箱内所切入的树木株数及地上部分生物量。

——将剪切箱前方修成与剪切箱底端齐平（或与坡的倾斜度平行），避免剪切时造成人为阻力。

——安置固定桩、拉伸器、测力计，并连接剪切

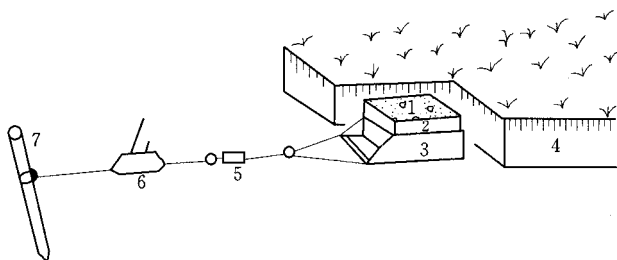


图 7.1.5 土体原位直接剪切示意图

1—剪切体；2—剪切箱（内箱）；3—剪切箱（外箱）；
4—灌木林地；5—测力器；6—牵引器；7—固定桩

箱，扳动拉伸器，缓缓给力，使剪切箱向前摆动，土体剪断。应记载最大拉力（剪断时的拉力）和最小拉力（剪切体移动时的摩擦力）。将剪切箱拉离剪断面使剪断面应暴露于地面。

——计测剪切断面上出露的根数、根径。将露出的 3~5mm 及更粗的根画到坐标纸上，可用小罗盘定位准确地表示它们离开根株的角度，并用分数加以标明。分子表示根的粗度（以 mm 计），分母表示根的角度。有条件时可将其摄影。

——绘制根系水平形态图过程中，每条垂直方向根的起点应用小圈内带有顺序的号码标明在坐标纸上。

——将剪切箱连同被剪断土体轻轻翻倒，计测剪切体底端面上出露的根数、根径。将 G、H 两项填入表 7.1.5-2 中。

——在剪切体底端取样测定土壤含水率（3 个重复，土样中不应含树根），将测定结果详细记录如表 7.1.5-3 所示。

——依次进行第二层、第三层……直至灌木根系分步最深层次的测定（20cm 为一层）。

表 7.1.5-2 剪切截面根数及直径计测表

根长 (cm)	出露根的直径 (cm) (每一数字只代表一个根头)	根截面积 (mm ²)	根截面积率 (%)
	下截面 H: 上截面 G:		
	下截面 H: 上截面 G:		
注: 根截面积率是剪切面根的总截面积与剪切面 (即剪切箱截面积 2500cm ²) 的百分比; 上截面是剪切箱底端土体截面 (G), 下截面是指剪切后留在地面上底剪切截面 (H)。			

表 7.1.5-3 土壤抗剪力原位剪切计数表

土层 深度 (cm)	剪力仪读数 (kg)		土壤抗 剪力 Σ (cm ²)	根截面 积率 (%)	土壤抗 剪强度 (kg/cm ²)	土壤含 水率 (%)	土壤抗 剪强度 增强值 (kg/cm ²)
	最大	最小					
20							
40							
60							
:							
240							
树种:			剪切截面上的株数:		平均密度:		
测定时间:			年 月 日		测定人:		

——若测定对象为无植物生长的对照地, 除有关根参数的项目以外, 测定程序和其他有关因子 (如含水率、硬度等) 均与上述测定方法相同, 并填写表 7.1.5-1~表 7.1.5-3。

但应注意: 第一, 对照地选点时应尽可能与其他立地条件相接近或相同; 第二, 对照地应进行重复测定, 宜 3 个平行测定, 最后取其平均值。

3 灌木林地根参数调查应满足以下要求：

- 1) 调查同一树种几个年龄梯度不同层次（每 20cm 一层）截面上根截面积与根截面积率，调查深度直至根系分布下限。每一年龄梯度调查时应有 3 个重复。根据调查结果算出每一层次土壤抗剪强度增强值，并绘制各层次土壤抗剪强度增强值——树龄关系曲线图。在曲线图上查找出任一个年龄时该树种对各层次土壤抗剪强度的增强值。
- 2) 调查时应对密度作记载。调查采用挖坑法调查截面积与剪切测定面积相同，为 50cm×50cm。调查应有 3 个重复。
- 3) 按以上要求对不同灌木种的上述项目进行调查。

7.1.6 观测记载项目和方法应符合下列规定：

1 造林和管理情况的观察和记载。

- 1) 林地概况：分别记载地名、面积、海拔、坡向、坡度、土壤种类、土层厚度、地面植被等情况。
- 2) 造林技术：分别记载树种、苗龄、种苗规格、造林方法、造林密度、混交类型、混交方式、整地方法和造林时间等。
- 3) 抚育管理：记载施肥浇水的次数和时间、松土除草的次数和时间、修枝剪叶的次数和时间、间伐的时间、病虫害发生和防治情况、自然灾害的程度和危害情况等。

2 生长发育观测调查。

- 1) 造林成活率和保存率调查：应在造林的当年秋季，分别林种林班在标准地内调查造林成活率。成活率在 85% 以上不应进行补植；成活率为 50%~85% 的，应在当年秋季或来年春季进行补植；成活率在 50% 以下的，试验应报废。保存率调查应于每年 5 月进行，连续调查 3 年。在布设试验的同时，应同步营造一批预

备移植的树种，避免用不同地区不同长势的树种补植。

2) 生长发育调查：应在每年秋季进行。调查标准地内树高、胸径、地径、冠幅、丛幅、丛高、分枝、郁闭度、密度及果实产量等，计算不同树种地上部分的生物产量。不定期调查根系情况，应包括主根深度、侧根数及长度、根群分布、根量等。

3) 再生力观测：灌木树种在刈割后，应分年度观测记载其再生高度、分枝、冠幅、根径、覆盖度、生物量等。

3 树木物候观测。应在标准地内，对选定的标准株，进行各个发育阶段（如冬芽萌动、展叶、新梢生长、开花、果熟、叶变、落叶等）的出现时间及气候指标的观测。

4 抗性观测应包括以下内容：

1) 抗寒性：树木越冬受冻害情况，以树木发芽初期顶梢干枯节数表示冻害程度。

2) 抗旱性：在久旱情况下树木的生长表现情况。

3) 耐瘠薄性：在瘠薄土质上树木的生长表现情况。

4) 病虫害情况；发生时期、种类、危害部位及程度。

5 蓄水保土效益观测应包括以下内容：

1) 树冠截留降水量的测定：

——乔木：应在林外设置雨量计或在林内竖杆，利用滑轮升降雨量筒观测大气净降雨量，在林内设置雨量筒，观测树下降雨量，利用截引办法测量沿树干下流降雨量。树冠雨量减去树下降雨量和沿树干下流雨量，即为树冠截留降雨量，其具体按式（7.1.6-1）计算：

$$M = \frac{H_1 + H_2 + \cdots + H_n}{n} - \left(\frac{h_1 + h_2 + \cdots + h_n}{n} + \alpha \frac{q_1 + q_2 + \cdots + q_n}{w_1 + w_2 + \cdots + w_n} \right) \quad (7.1.6-1)$$

式中 $H_1, H_2, \dots, H_n$ ——树冠上各雨量筒测得的雨量, mm;

$h_1, h_2, \dots, h_n$ ——树下各雨量筒测得的雨量, mm;

$w_1, w_2, \dots, w_n$ ——树冠投影面积, mm^2 ;

$q_1, q_2, \dots, q_n$ ——沿树干下流的水量, cm^3 ;

α ——单位换算系数, 等于 10^{-3} 。

——灌木: 在灌木林的标准地内, 应随机选定 2~5 个 $2\text{m} \times 2\text{m}$ 的样方, 刈割样方内所有灌木, 分别称其枝叶重量, 求出每个样方的平均重量。同时采集枝叶样品, 就地称重后浸入水中 20~30min, 取出, 待枝叶不再滴水时, 重新称重。依此, 用不同的样品重复 3 次, 先计算出枝叶最大吸水率 P , 然后根据 P 计算出灌木树冠截留量 h , 计算公式见式 (7.1.6-2) 和式 (7.1.6-3):

$$P = \frac{g_2 - g_1}{g_1} \times 100\% \quad (7.1.6-2)$$

$$h = \frac{GP}{W} \quad (7.1.6-3)$$

式中 P ——枝叶最大吸水率, %;

g_1 ——吸水前的枝叶样品重量, kg;

g_2 ——吸水后的枝叶样品重量, kg;

h ——灌木树冠截留降水量, kg/m^2 ;

G ——每个样方枝叶的平均重量, kg;

W ——样方面积, m^2 。

- 2) 枯落物水容量的测定: 应分别在对照区和处理区标准地内采用随机取样方法, 选定面积 $1 \sim 2\text{m}^2$, 重复 2~3 次。记载树种、树龄, 测定枯落物厚度及风干后的

重量。称重后浸入水中 8h 或 24h 捞出，不滴水时再称重，以湿重减去干重，除以样方面积，即为枯落物的水容量。

- 3) 林地土壤蓄水能力测定：应在作枯落物水容量的样方地内测定土壤容重、孔隙度、机械组成等。按土壤剖面层次，采用取土环刀采集原状土，分别测定渗透速度 (mm/h)、土壤入渗、不同处理区的土壤蓄水能力。
- 4) 坡地造林蓄水保土效益观测：应在造林的坡地上设置不同处理的林地径流场和荒坡或坡耕地径流场，重复两次，观测径流量和冲刷量。径流场的设置和径流、泥沙观测方法见本标准第 4 章。
- 5) 小流域造林蓄水保土效益观测：应在试验小流域内选择两个地形、地质、土壤和形状比较近似，集水面积在 1km² 以上的对比沟，一为林区，一为荒沟或农区，在沟口设置径流测站，观测流量、含沙量。测站的设置和径流、泥沙观测方法见本标准第 4 章。
- 6) 土壤养分和土壤含水量的测定：应在试验小区，采土测定有机质、全氮、全磷、速效磷、速效钾、碳酸钙等。每年测定一次，观察土壤的变化。土壤含水量每 10d 观测 2 次。取土深度分别为 0~10cm, 10~20cm, 20~30cm, 30~50cm, 50~100cm, 100~150cm, 150~200cm。若上层薄时，可减小测深。取土地点应选在小区外的保护带中。
- 7) 林地对气象因素影响的观测：应在林区和林外装置气象设备，观测温度、湿度、地温、蒸发、解冻时间、结冻时间、地冻深度等项目，对比气象因素的变化。观测方法按照《地面生态气象观测规范与国际气候制度保护及气候变化评估方法应用手册》（气象出版社，2007 年出版）。

- 8) 林下植物群落演变观测：造林后应选固定样方，逐年观测林下杂草种类、密度、丛（株）高、丛（株）幅、优势种、优势度等。

7.1.7 资料整理与分析应符合下列规定：

1 资料整理。试验告一段落，应将各项观测资料进行系统整理。整理成果包括：①试验地情况资料；②试验设计处理情况资料；③造林整地及造林方法资料；④抚育管理和抗性观测资料；⑤林木生长发育、生物产量、高径生长量、果实、种子和其他林产品产量资料；⑥气象和水、沙观测资料；⑦试验投资、投劳统计资料。

2 资料分析。试验资料应使用数理统计方法分析。不同试验研究课题应有不同的分析重点，分析结果应分别回答试验提出的问题。

- 1) 引种试验：应分析不同引进树种在当地不同立地条件下的适应性，包括：抗冻、抗旱、耐瘠薄、抗病虫害的能力；分析生物产量、高径生长、果实或种子产量；分析蓄水保土作用。在分析时，应和本地标准树种比较，判别优劣。本地无适宜的标准树种时，可用引进树种指标的平均值作为判断标准。
- 2) 水土保持林配置和混交林型试验：应系统分析树冠截留降水、枯落物容水、根系分布、固土能力、土壤改良、林地入渗、防止侵蚀等综合蓄水保土效益。结合分析各种树种的生长势以及生物产量、存积量、林产品产量等经济指标。从理论和实践中总结出防护效果好、经济价值高的水土保持林体系配置方法和混交林型。
- 3) 水土保持造林营林技术试验：应分析成活率、生长势、生长速度、出材率和蓄水保土效益。相应分析投入和产出。投入和产出比值小时，试验成果才易于推广。

7.2 水土保持草措施试验

7.2.1 试验研究目的和内容应符合下列规定：

- 1 试验研究目的在于寻求经济价值大、生态效益高、蓄水保土效果好的优良牧草品种。发展饲料生产，合理利用草地，解决牧草的栽培技术问题。
- 2 试验研究内容包括：优良牧草引种选育及驯化试验，退耕坡地种草技术试验研究，天然荒坡种草及封坡育草技术试验研究，牧草生态产品转化研究。

7.2.2 试验小区排列方案的选择应符合下列规定：

- 1 顺序排列。这种方案简单易行，差错少，是一种常用的方法。其设计有对比法和间比法。
 - 1) 对比法：如以 1，2，3，…代表处理，以 CK 代表对照，其设计排列如图 7.2.2-1～图 7.2.2-3 所示。但是重复不得少于 3 次，重复排列成多排时，不同重复内小区可排成阶梯式。

1	CK	2	3	CK	4	5	CK	6
---	----	---	---	----	---	---	----	---

图 7.2.2-1 品种或处理数目为偶数排列法图

1	CK	2	3	CK	4	5	CK	6	7	CK
---	----	---	---	----	---	---	----	---	---	----

图 7.2.2-2 品种或处理数目为奇数排列法图

I	1	CK	2	3	CK	4	5	CK	6
II	5	CK	6	1	CK	2	3	CK	4
III	3	CK	4	5	CK	6	1	CK	2

图 7.2.2-3 多次重复排列图

- 2) 间比法：通过 4 个或 9 个处理设置一个对照，重复 2~4 次，排成多排时可采用逆向式排列，如图 7.2.2-4 所示。

I	CK	1	2	3	4	CK	5	6	8	CK	9	10	11	12	12	CK
II	CK	12	11	10	9	CK	8	7	5	CK	4	3	2	1	1	CK
III	CK	1	2	3	4	CK	5	6	5	CK	9	10	11	12	12	CK

图 7.2.2-4 处理逆向排列图

2 随机排列用于精度要求较高的试验。常用的形式有随机区组设计、拉丁方设计和正交设计。

- 1) 随机区组设计：根据局部控制原理，将试验地按肥力程度，划分等于重复次数的区组，一区组各个小区都是一完全随机排列，试验处理不应超过 20 个，宜在 10 个左右。
- 2) 拉丁方设计：将试验处理从两个方向排列成区组或重复，具有双方向土壤差异的控制，它的重复数、处理数、直行数、横行数均相同，通用范围只限于 4~8 个处理的试验。
- 3) 正交设计：试验因素和水平数目多时，应采用正交设计，可以减少处理个数和试验工作量。

7.2.3 试验地选择和试验区的设计应符合下列规定：

1 试验地选择。土壤类型应有代表性；土肥力、坡度、坡向、前作一致；管理方便，四周有相同作物土地；应避免遮阴，且离开森林 200~300m，并与建筑物也应保持一定的距离。

2 试验区的设计。

- 1) 试验区面积：试验区面积大，变异系数小；试验区面积小，变异系数大。在决定试验区面积时除应考虑土壤差异系数大小外，还应考虑下列因素：

——试验目的：若为品种观察，面积可在 $1/66700 \sim 1/40020\text{m}^2$ ；若为评比试验，面积可在 $1/26680 \sim 1/6670\text{m}^2$ ；若为栽培利用，面积可在 $1/13340 \sim 1/6670\text{m}^2$ ；若为生产试验，面积可在 $10000 \sim 20000\text{m}^2$ 。

——试验牧草种类：高大牧草面积应大些，矮小牧草面积应小些。

——试验材料多少和试验地面积大小决定试验区面积。

2) 试验区形状：应采用长方形，长宽比一般为 $3:1 \sim 10:1$ 。

3) 人行道及保护行设置：试验区之间应设立人行道，宽 $0.5 \sim 1.0\text{m}$ ；试验地周围应种植试验牧草或对照品种 $3 \sim 4$ 行，作为保护行。

7.2.4 试验前应做好以下准备工作：

1 试验地准备和区划。试验地区划前试验地应施肥，种类、数量、质量相同，犁深一致，整地均匀。作区划时应将试验地总长度、宽度量出，划分重复小区、走道和保护行。区划完成后应作出田间布设图，每个小区插上标牌，注明编码、品种或处理。

2 试验材料整理和搜集。水土保持工作，首先是搜集原始资料，引进野生及国内外栽培品种，对所获品种进行整理分类登记。

1) 登记编号：注明中名、学名、方言名、科别、品称名称，采集或引进时间（年、月、日）及地点，生长年限、生长特性，适应性、抗性、生育期，种子及牧草产量、栽培利用价值等。

2) 整理方法：

——可按生长年限分类：一年生、越年生、多年生等。

——按科别整理：豆科、禾本科、菊科等。

——按属分类：豆科中分苜蓿属、野豌豆属、黄芪属等。

3 种子品质鉴定。

- 1) 种子净度：大粒种子取 200g，小粒种子取 3~5 粒，除杂质废种子，称重计算，一般重复 2 次。计算公式如式 (7.2.4-1) 所示：

$$N = \frac{S - (W + I)}{S} \times 100\% \quad (7.2.4-1)$$

式中 N ——种子净度，%；

S ——试样重量，g；

W ——废种子重量，g；

I ——杂质重量，g。

- 2) 发芽率及发芽势测定：在测过纯净度种子中任意两份 100 粒种子，进行发芽率和发芽势试验，方法有两种。

——实验室法：实验室设置一套发芽皿和恒温箱。发芽备好发芽皿，发芽皿上放好吸水纸，加入适量清水，将种子均匀放在皿内。发芽皿上贴上标签，注明品种、发芽日期，然后放入恒温箱内进行发芽。温度控制在 20~30℃，每天早、中、晚三次检查温度和湿度，每天通风 1~2min。种子发芽后，每日按时检查，记载发芽种子数。

——毛巾发芽法：适于大、中粒种子发芽。将毛巾用开水消毒，把供试种子均匀排列在毛巾上面，在毛巾一端放上根筷子，卷成圆筒状，用橡皮筋扎住，放在温度适宜的地方发芽。每天给毛巾温水润湿，达规定天数打开毛巾检查。

发芽势时间 3~5d，发芽率时间 7~10d。计算公式如式 (7.2.4-2) 所示：

$$R = \frac{T}{A} \times 100\% \quad (7.2.4-2)$$

式中 R ——发芽率，%；

T ——规定时间内发芽种子粒数，粒；

A——供试验种子粒数，粒。

3) 种子播种量的计算：

——种子真实价值计算：根据实测种子净度、发芽率进行计算。计算公式如式 (7.2.4-3) 所示：

$$T = DR \times 100\% \quad (7.2.4-3)$$

式中 T——真实价值，%；

D——净度，%；

R——发芽率，%。

——实际播种量计算：知道种子真实价值及每亩应播种数量，即可计算实际播种量。计算公式见式 (7.2.4-4)：

$$S = \frac{P}{T} \times 100\% \quad (7.2.4-4)$$

式中 S——实际播种量，kg；

P——每亩应播种数量，kg；

T——真实价值，%。

7.2.5 经济动态调查应符合下列规定：

1 产草量测定。

- 1) 平均产量：应在草地利用成熟期，测定小区 1/2 面积第一次产草量，至草生长可以利用时，再测定再生草产草量。再生草可以测 1 次、2 次至多次。齐地面割下的生物量、距地面 4cm 割下的经济产量、各次测定的产草量相加，得到全年平均产草量。割后将鲜草 500g 装入布袋风干，计干草重，精确度为 0.1g。
- 2) 实际产草量（利用前产量）：比测定平均产量早一些或晚一些测定的产量。
- 3) 动态产量：在样地上布置样方，进行定期每 10d、15d、1 个月测定 1 次。
- 4) 测定方法：可用刈割法、测光法或电测法。

2 产籽量测定。应测定 1/2 小区种子产量，并应风干称重，

精确度为 0.1g。

3 千粒重测定。数纯净种子 1000 粒（大粒种子 500 粒），用感量为 1/100 的天平称重，重复 3 次。

4 茎叶比例测定。在测定产草量时取代表性草样 500g，将茎、叶、花分别称重，计算占总量的百分率。

5 草层结构测定：在牧草不同生育阶段，用 1.55m 的木棒，由上向下每 100m 划一刻度，将木棒插入具有代表性样段，木棒上用铁夹固定一小横棍，选择 50cm×50cm 或 2cm×20cm 的面积，由上向下移动横棍，用剪刀将牧草分层下，装入塑料袋带回室内，先将牧草各层按茎、叶分成两组。有花序时分成三组，然后分层称出叶、茎、花序重量，计算其占各层重量和总重量的百分数。

6 营养成分分析。可在抽穗期（禾本科）、始花期（豆科）分别采样分析粗蛋白、粗脂肪、粗纤维、无氮浸出物、灰分、钙、磷、钾等的含量。

7 地上部分生物量。

1) 实苗数：一在分蘖或分枝前，从小区选有代表性的 23m² 面积，计数植株，以“株/m²”表示或以“株/亩”表示。

2) 出苗率：计算公式见式（7.2.5-1）：

$$E = \frac{F}{M} \times 100\% \quad (7.2.5-1)$$

式中 E——出苗率，%；

F——每亩实苗株数；

M——每亩发芽种子粒数。

3) 越冬（夏）率：在小区内选有代表性的 2~4 段，每段 1m，在越冬前及次年返青（或夏季越夏）后，分别计算段中植株总数及返青数。计算公式见式（7.2.5-2）：

$$W = \frac{C}{A} \times 100\% \quad (7.2.5-2)$$

式中 W ——越冬（夏）率，%；

C ——返青植株数；

A ——样段植株总数。

7.2.6 播种和生长期管理应符合下列规定：

1 播种应按下列顺序进行。

- 1) 将种子袋依次放入各小区，与种植图核对无误时即可播种。
- 2) 划行开沟，沟应开得平直，深浅一致。
- 3) 按行数将种子均分几份，均匀撒于行内，播完覆土耙平。同一试验应在同一天播完，至少同一重复应在同一天内播完。

2 生长期管理。生长期间苗、定苗、锄草、追肥、防治病虫害等，各项管理工作的质量应一致，并应同一天完成。

7.2.7 观测记载应包括以下项目：

1 一般记载项目。

- 1) 试验单位、主持人、记载人、起讫日期。
- 2) 试验种类或品种名称编号。
- 3) 田间种植图 and 小区面积及排列。
- 4) 试验田基本情况：土地类型、坡度、坡向、坡长、土壤类型、物理化学性质、前作等。
- 5) 播前整地施肥情况。
- 6) 播种情况：播期、播量、播法、播种深度及种子质量。
- 7) 田间管理情况：追肥、中耕锄草、病虫害防治。
- 8) 自然气候和自然灾害：雨量、早晚霜出现日期等，以及特大暴雨、冰雹等。

2 物候期观察记载。

- 1) 观察时间：以不漏测规定的任何一个物候期为原则，宜 7d 观察一次。

2) 观察方法：

——目测法：在小区内选 1m^2 有代表性植株进行

目测,有20%植株进入某一物候期的日期为“始期”,80%植株进入某一物候期的日期为“盛期”。

——定株法:在每小区选出25株,用标记标出,观察方法同目测法。

3) 观察记载项目。

——禾本科牧草:播期、出苗期、分蘖期、拔节期、孕穗期、抽穗期、开花期、成熟期、生育天数、收获期、萌期、枯黄期。

——豆科牧草:播期、出苗期、分枝期、现蕾期、开花期、结荚期、成熟期、生育天数、萌发期。

3 地上部分生物量。

1) 实苗数:一在分蘖或分枝前,从小区选有代表性的23m²面积,计数植株,以“株/m²”表示或以“株/亩”表示。

2) 出苗率:计算公式见式(7.2.7-1):

$$E = \frac{F}{M} \times 100\% \quad (7.2.7-1)$$

式中 E ——出苗率,%;

F ——每亩实苗株数;

M ——每亩发芽种子粒数。

3) 越冬(夏)率:在小区内选有代表性的2~4段,每段1m,在越冬前及次年返青(或夏季越夏)后,分别计算段中植株总数及返青数。计算公式见式(7.2.7-2):

$$W = \frac{C}{A} \times 100\% \quad (7.2.7-2)$$

式中 W ——越冬(夏)率,%;

C ——返青植株数;

A ——样段植株总数。

4 生长动态观察。

1) 分蘖或分枝数:包括主茎在内,在分蘖、入冬前返青

期、盛花期或刈草期各检查一次。每小区 4 点，每点查 5~10 株并取其平均值，调查部位为根颈与茎离地面 10cm 以下处。

- 2) 株高增长量测定：小区中测定 10 株并取其平均值，从地面至植株拉直后的最高叶尖为止，以 cm 表示，精确度为 0.1cm。
- 3) 再生速度测定：于返青后以及每次刈割后，定期一天测一次生长高度。每次测 10 株并取其平均值。
- 4) 再生强度：指一年中可收割草的次数。
- 5) 根系观测：

——根系整体观测：于不同生长年限选择标准植株，挖剖面，用喷雾器冲洗，记载其根系类型、入土深度、幅度、侧根多少、根系集中部位、根颈（分叶节）发育特点（包括度、直径、部位），以及根瘤发育特点（大小、部位、颜色、有无根死亡等）。

——将茎、叶、花分别称重，计算占总量的百分率。

- 6) 草层结构测定：在牧草不同生育阶段，用 1.55m 的木棒，由上向下每 100mm 划一刻度，将木棒插入具有代表性样段，木棒上用铁夹固定一小横棍，选择 50cm×50cm 或 2cm×20cm 面积，由上向下移动横棍，用剪刀将牧草分层下，装入塑料袋带回室内，先将牧草各层按茎、叶分成两组。有花序时分成 3 组，然后分层称出叶、茎、花序重量，计算其占各层重量和总重量的百分数。
- 7) 营养成分分析：可在抽穗期（禾本科）、始花期（豆科）分别采样分析粗蛋白、粗脂肪、粗纤维、无氮浸出物、灰分、钙、磷、钾等的含量。

7.2.8 水土保持效益观测应符合下列规定：

- 1 坡耕地种草水土保持效益。在坡耕地按照不同要求设置

径流小区（包括对照区），重复两次，进行降雨、径流、泥沙观测。各处理小区的坡度、坡向应一致，宽 5m、长 20m（水平距），水平投影面积 100m²，观测方法见本标准第 4 章。

2 天然荒坡改良水土保持效益。在天然土按照不同处理（包括对照区）设置天然坡面径流场，不设重复，进行降雨、径流、泥沙观测，径流场面积 1000~5000m²，视现场地形情况而定。各径流场坡度、长度、地形、面积应大体一致。

3 改良土壤效益。在种草前和种草后分别采取 0~25cm 深处土壤，进行土壤物理和土壤化学分析。

4 覆盖度测定，用针刺法和线段法，也可用方格法。

1) 针刺法：选样方 1m²，借助钢卷尺和样方绳每隔 10cm 的标记，用粗约 2mm 的细针，顺序在左右间隔 10cm 的点上（共 100 点），从植被上方垂直插下，针与植物相接触，即算一次“有”，如不接触则算“无”，在表上登记。最后计算登记的次数，算出覆盖度（%）。计算公式见式（7.2.8-1）：

$$C = \frac{T-N}{T} \times 100\% \quad (7.2.8-1)$$

式中 C——覆盖度，%；

T——总次数；

N——不接触（“无”）的次数。

2) 线段法：对较大的灌木可用此法。用测绳在植被上方水平拉过，垂直考察株丛在测绳垂直投影的长度，并用尺测量，计算植物总投影长度和测绳长度之比，即覆盖度。用此法应在不同方向取 3 条线段，求其平均数，每条线段长 100m。计算公式见式（7.2.8-2）：

$$C = \frac{P}{M} \times 100\% \quad (7.2.8-2)$$

式中 C——覆盖度，%；

P——投影长度，m；

M ——测绳长度，m。

7.2.9 抗逆性能鉴定应符合下列规定：

1 抗旱性。干旱分土壤干旱和大气干旱。在某些情况下，可能两种作用同时发生。土壤干旱表现为植株萎蔫、叶片变黄脱落，此现象由下向上发展；大气干旱表现为叶的萎蔫、青干，由顶部开始向下发展。

同时需指明发生干旱的类型、植株发育阶段以及具体发生时间，测定记载空气温度、相对湿度、持续时间和土壤水分。

鉴定方法有目测法和盆栽法。目测法分5级：植株全没凋萎为5分，植株个别叶子发生凋萎为4分，半数叶子凋萎为3分，大部分叶子凋萎为2分，全部凋萎为1分。

2 耐寒性。一年生牧草在低温来临后观察植株受害程度，分4级：①一级，无冻害；②二级，叶尖受冻发黄；③三级，一半叶片冻死；④四级，叶片全部枯萎或植株冻死。多年生牧草于翌年返青后用统计的越冬率表示：①一级，100%越冬；②二级，50%越冬；③三级，25%越冬；④四级，越冬率0。与土壤水分结合观测。

3 抗湿性。根据植株生长情况分强、中、弱三级。①强，正常生长，生产性能高；②中，植株生长稍较矮，有危害，生产性能低；③弱，植株黄化与早衰，危害加剧，生产能力显著降低。

4 例代性。见本标准第5章。

5 落粒性。完熟时收获前测定，分三级。①强，用手触动时穗子上有50%的籽粒脱落；②中，用手触动时穗子上有35%的籽粒脱落；③弱，用手触动时穗子上有5%的籽粒脱落。

6 耐盐碱性。目的在选择抗盐碱性强的品种。多应用盆栽法，人为制造盐碱土壤条件，来鉴定牧草耐盐碱性强弱程度。

方法步骤：取土提制纯盐碱物质，分析土壤水分及含盐量。土壤盐碱浓度定为1.2%、1.5%两个标级，土壤水分为16%，然后种植观察其耐盐碱强弱。

7.2.10 资料整理与分析应符合下列规定：

1 试验结束后，应将原始观测资料集中在一起，进行校核审查，按项目进行系统整理。

1) 资料整理内容：

- 试验情况资料。
- 物候期观察资料。
- 生育动态、生长动态、经济动态观察调查资料。
- 水土保持效益观测资料。
- 抗逆性能鉴定资料。

2) 资料整理分类：

- 间断变数：如苗数、分枝数等。
- 连续变数：如株高、产量等。
- 质量性状资料：如叶片颜色不能测量的性状。

3) 资料整理方法：

- 次数分布表法。
- 次数分布图法。
- 平均数法：算术平均数、几何平均数、加权平均数、变异系数。

2 试验成果分析应包括以下内容：

- 1) 产草产籽量分析：**应按照不同的试验设计方案采用不同的方法进行分析。顺序排列试验设计，宜采用简单的百分比法进行分析；随机区组，拉丁方和正交试验设计，应分别采用其相应的设计分析方法进行分析；牧草有一年生和多年生之分，多年生的生长年份不同，生长盛期也不同，分析时宜采用多年平均值，以年为单位进行分析。
- 2) 水沙分析：**宜采用简单的百分数法进行分析，即以处理径流小区和对照径流小区产水、产沙的差值占对照径流小区产水产沙的百分数，表示减水减沙效果的大小。

8 水土保持工程措施及其效果试验

8.1 试验目的和内容

8.1.1 试验目的应为寻求不同地形部位，不同土地类型，不同土壤、地质、降雨条件下，控制水土流失作用大、增加生产效益高的工程模式。

8.1.2 试验内容应包括工程的结构形式、工程的规格尺寸、施工方法、建筑材料和最优的配置方案等。

8.2 治坡工程试验

8.2.1 试验地的选择应符合试验目的和要求。田间工程和造林工程试验地的地形、土壤、地质条件应具备所代表类型区坡耕地和荒坡的一般特征。面积应在 1 万 m^2 以上，最小不得小于 5000m^2 。

8.2.2 试验设计方案的选择：田间工程和造林工程试验应采用大面积对比法，设对照，不设重复。工程形式和工程规格试验，以修不同形式、不同规格工程的坡地为处理区，不修工程的坡地为对照区；施工方法试验，以用新的施工方法修工程的坡地为处理区，当地常用的施工方法修工程的坡地为对照区。

8.2.3 基本资料的收集应符合下列规定：

1 田间工程试验基本资料收集。实测地形图，比例尺为 $1:1000 \sim 1:500$ ；实测土层厚度图，按不同土层深度分级绘制实测土壤肥力图，在坡耕地的不同部位采取土样，测定土壤物理、化学性质，按特征值的不同，分级划类制图；收集当地短历时一次降雨资料和坡耕地径流资料。

2 造林工程试验基本资料收集。实测地形图，比例尺为 $1:5000 \sim 1:1000$ ；绘制坡度图、土壤图和植被图；收集当地短历时一次降雨资料和荒坡径流资料。

3 绘制地形图。精度应达到表 8.2.3 规定的标准。

表 8.2.3 地形图精度标准

比 例	1 : 500	1 : 1000	1 : 2000	1 : 5000	1 : 10000
视距 (m)	70	120	200	300	400
图上点距 (cm)	1~3	1~3	1~3	1~1.5	1~1.5
地形点注记	高程注至分米 (dm)				

8.2.4 技术设计应符合下列规定：

1 步骤。按照研究的工程种类，依据基本资料选择暴雨频率，设计试验的工程结构形式，计算试验的工程尺寸、工程材料造价，绘制工程断面和工程规划布设图，制订施工方案，编写设计书和施工说明书。

2 设计方法。按照 GB/T 16543.1—6—2008 进行。试验研究部分，应自行设计。

8.2.5 试验方法应符合下列规定：

1 现场布设。按设计图纸和施工方案，现场放样测量定线。划分挖方和填方地段，布设机械和工人行走路线。

2 组织实施应按以下步骤进行：

- 1) 编排施工程序，绘制施工流程图。
- 2) 组织好人力、机械，按施工程序施工。
- 3) 定时进行质量检查。
- 4) 建立施工日记，记载上工人数、完成工日、机械台班、完成的工程量和材料消耗，测定施工定额等。
- 5) 工程竣工，应测绘竣工图件，编写竣工报告。

3 田间工程观测调查项目应包括以下内容：

- 1) 土壤肥力：施工结束后，在原测点测定土壤容重、水稳性团粒、有机质、全氮磷钾，绘制土壤肥力图，以后逐年观测，连测 3~5a。
- 2) 土壤含水量：在作物生长期內每月观测一次，深度同农业措施试验。

- 3) 作物产量：处理区与对照区种植同样作物，采取同一农业技术措施进行管理，单打单收，计算统计产量。
 - 4) 土壤侵蚀量：在处理区和对照区的适当地段布设径流场，面积、形状因地制宜，观测降雨、径流、泥沙，并观察土壤侵蚀形态的变化。若变化显著，应摄影记录。
 - 5) 工程拦蓄泥沙和冲毁情况：每次暴雨后调查工程的拦蓄和冲毁情况。分析冲毁原因，并统计修复用工和投资。
 - 6) 群众经验调查：在试验区周围，选择 3~5 个由群众修有同类田间工程的坡段，定期进行调查，收集与试验有关的资料，比如坡地土壤、施工方法、工程规格（田面宽度、田坎高度等）、作物产量、工程安全情况等，作为试验的补充，对照印证试验资料，充实试验研究成果。
- 4 造林工程观测调查项目应包括以下内容：
- 1) 树木生长量。处理区和对照区栽植同样树木，进行同样管理，于每年 11 月树木停止生长时，调查树木生长量和保存率，测定土壤含水量，逐年同期观测，直至试验结束。
 - 2) 土壤侵蚀量：在处理区和对照区的适当地段，设置径流场，形状、面积因地制宜，观测降雨、径流和泥沙，并观察土壤侵蚀形态的变化。逐年观测，直至试验结束。
 - 3) 土壤的改良作用：每年于 10 月（或土地封冻前），在处理区和对照区的上、中、下部各选测点 2 个，测定土壤含水量、水稳性团粒、有机质、氮、磷、钾含量等。
- 8.2.6 资料整理分析应符合下列规定：
- 1 田间工程观测资料整理分析应包括以下内容：
 - 1) 工程修建费用：工程量、用工、机械台班、材料消耗量和投资等。

- 2) 处理区和对照区作物产量：作物种类、生长发育、考种结果和作物产量以及其他经济收入等。
 - 3) 处理区和对照区的径流量和冲刷量，历次和每年降雨量、径流量和冲刷量。
 - 4) 处理区土壤肥力变化情况：土壤含水量、水稳性团粒、有机质、氮、磷、钾含量增加幅度。
 - 5) 根据修建和修复投资，分析不同田间工程不同施工方法单位面积的投工、投资和维修费用。
 - 6) 根据作物产量、产值，分析不同降雨年份、不同工程的经济效益。
 - 7) 根据径流量和冲刷量，分析不同降雨年份、不同工程的蓄水保土作用。
 - 8) 根据投资、经济效益和蓄水保土作用等资料，综合分析最佳的工程形式、工程规格和施工方法。
- 2 造林工程观测资料整理分析包括以下内容：
- 1) 工程修建费用：包括工程量、用工、投资、材料消耗量等。
 - 2) 处理区和对照区树木生长情况：树种、保存率、补栽次数、用工、投资、生长发育情况和蓄积量等。
 - 3) 处理区和对照区的径流量和冲刷量。
 - 4) 根据修建投资，计算不同工程单位面积的投资。
 - 5) 根据处理区和对照区的经济收入，分析经济效益。
 - 6) 根据径流量和冲刷量，分析不同降雨年份、不同工程的蓄水保土作用。
 - 7) 根据各种资料，综合分析最佳的工程结构型式和工程规格。

8.3 治沟工程试验

8.3.1 试验地所在的侵蚀沟，其侵蚀特点、地质条件、沟道纵横断面均应具有代表性。工程控制的集水面积，谷坊应小于

0.1km²；淤地坝大于0.5km²；骨干工程应大于3km²。

8.3.2 试验设计方案的选择应符合下列规定：

1 治沟工程试验，一般只设对照单元，不设重复。对一些大的治沟工程试验，有条件时，可先在室内进行模型试验，若试验的技术方案可行，再到野外现场结合流域治理进行实地试验。

2 对照单元的设置，应根据试验内容而定，淤地坝结构型式试验，可以当地最常用的淤地坝的结构型式为对照单元，以对淤地坝某部分做了改进的淤地坝为处理单元。比如，为防止坝顶溢流冲刷坝坡，在坝坡种植灌木或设置沥青、灰土护面；为防止坝地盐碱化，在坝底设置地下排水管等。

3 淤地坝施工方法试验，可以当地最常用的施工方法（如碾压法、夯实法）修的坝作对照单元，以新的施工方法（比如水坠法）修的坝作为处理单元。

4 治沟工程的对照单元，不一定全部新修。现有工程特别是大的治沟工程符合试验条件者，亦可选作对照单元。

8.3.3 应按试验要求选择坝址，调查坝址地形、地质状况及工程建筑材料；实测流域地形图，比例尺为1:10000~1:5000；实测沟道纵断面图，比例尺为1:5000~1:1000；实测坝址地形图和坝址断面图，比例尺为1:1000~1:100；绘制水位回水面积和水位库容曲线图；收集降雨资料和水文资料；收集集水区治理状况和社会经济资料。绘制地形图，精度应达到表8.2.3规定的标准。

8.3.4 技术设计：一小型治沟工程可按GB/T 16543.1—6—1995进行；大型骨干工程。可按SL 289—2003、SL 302—2004和SL 274—2001进行。对于拟进行试验研究的部分，应自行设计。工程不同施工方法试验，所用土样应相同。

8.3.5 试验方法应符合下列规定：

1 现场布设。应按技术和施工设计，在现场放样定线；布设施工场地；划分土方开挖顺序；安排好运输线路；做好施工导流或截流准备工作；同时，还应在不受施工影响的地方，设立施

工测量标识。

2 组织实施。除按治坡工程的规定进行外，应特别注意以下两点：

1) 平时应按规定对施工质量进行严格检查，对试验研究部分的施工，应符合试验设计要求。

2) 治沟骨干工程竣工后，应按基建程序进行验收。

3 观测项目应包括以下内容：

1) 干密度：分层观测。

2) 位移、沉陷、裂缝、坍塌。

3) 坝体浸润线、渗透流量、渗透水的浑浊度。

4) 坝顶漫溢水深及坝坡冲刷情况。

5) 洪水过后，坝系或谷坊群破坏情况。

6) 坝地地下水水位、水质。

7) 淤地坝拦泥淤地情况。

8) 坝地利用情况和作物产量。

4 观测方法应按照水利电力部颁发的《水工建筑物观测工作手册》及有关规定进行。

5 观测项目应根据试验目的确定，应有重点、有针对性，并且做到少而精。坝体施工方法试验，应观测 1)、2)、3) 等项；坝体排泄地下水试验，应观测 5)、6) 等项；坝坡防冲试验，应观测 1)、4) 等项；谷坊工程试验，只在雨后调查破坏情况，不进行专项观测；特殊试验项目还可增加其他观测项目。

8.3.6 资料整理与分析应符合下列规定：

1 资料经过整理提出以下成果：

1) 土坝容重、沉陷资料。

2) 土坝裂缝、坍塌资料。

3) 坝顶漫溢及坝被冲刷资料。

4) 坝地地下水水位、水质变化资料。

5) 坝系破坏资料。

6) 淤地坝拦泥淤地资料。

7) 坝地产量及其他生产收入。

8) 不同施工方法的工效、质量和投资资料。

2 资料分析应包括以下内容：

1) 根据土坝容重、沉陷、工效、投资等资料，分析施工方法优劣。

2) 根据土坝裂缝、坍塌等资料，分析坝坡设计是否合理。

3) 根据坝地地下水位、水质变化，分析坝体、坝内排除地下水措施的效果。

4) 根据坝顶溢流和坝被冲刷资料，分析坝坡护坡措施的作用大小。

5) 根据淤地坝淤积资料，分析拦泥效益。

6) 根据坝地生产收入，分析坝地生产效益。

7) 根据淤地坝的安全情况、坝地利用情况、生产和拦泥效益分析淤地坝结构设计是否合理。

9 水土保持耕作措施及其效果试验

9.1 试验目的和内容

9.1.1 试验目的在于寻求能够有效地保持水土、提高地力、增加产量和经济收益的水土保持措施。

9.1.2 试验内容应包括以下各项：

1 增加地表糙度，减缓、减少坡地径流和流速，降低径流侵蚀能力，增加土壤水分入渗措施的试验。如中耕作物的壅堆子、等高耕作、等高带状种植、沟垄耕作、三角窝种、丰产沟耕作法试验等。

2 增加地面覆盖，提高土壤抗蚀能力措施的试验。如草田带状间作、草田轮作、覆盖耕作、选用良种、合理密植、豆禾作物间作套种、混播复种试验等。

9.1.3 试验结果以增加作物产量、减少土壤冲刷量和径流量为主要指标。

9.2 试验地的选择

9.2.1 试验地应有代表性。应选择土壤类型、土质、肥力、坡度等在本地区有代表性的地块。

9.2.2 试验地地力应均匀。前作、土壤肥力、耕作情况等，应均匀一致。

9.2.3 试验地的位置应适当。试验地不应设在靠近树林、村庄等的地方，避免由于遮荫及人畜破坏而影响试验的准确性。

9.3 试验设计

9.3.1 试验设计应根据设置重复、地域限制和随机排列结果的基本原则进行。

9.3.2 试验处理宜为 3~5 个，最多不应超过 10 个。

9.3.3 试验重复次数宜采用 3~4 次。

9.3.4 试验小区面积应根据试验要求、土地条件、作物种类等确定。如植株大的比植株小的小区面积应大些，栽培试验较品种试验小区面积应大些，耕作措施试验小区面积更要大些。宜采用 20~100m²，品种比较试验不小于 20m²，栽培试验不小于 30m²，间作套种、耕作试验不小于 100m²。进行蓄水保土效益观测的小区应为 100m²，即宽 5m，长 20m。小区形状以长方形为宜，宽与长的比例为 1:2~1:5，小区长边应与坡度方向平行。

9.3.5 对照区的设置，应以当地的品种、耕作方法、轮作方式等作对照。

9.3.6 保护带应设置在试验区四周，避免人畜践踏破坏和边际影响，其宽度应为 1~2m，种植相同作物。

9.3.7 走道应设置在区组间，小区间不设走道，走道宽宜为 0.5~1m。

9.3.8 确定了小区的面积和重复次数后，还应按一定的方式将小区分别排列在试验地的不同位置上，并应符合下列规定：

1 按照重复内小区排列次序不同，划分为顺序排列和随机排列两种形式。

1) 顺序排列法：在一个重复内，各小区按照一定的顺序排列，有正向式、逆向式、阶梯式排列。其主要优点是田间排列简单，便于观察，试验结果的分析也比较省事。但由于土壤差异具有定向性的变化，易引起系统误差。

2) 随机排列法：各小区在重复内的排列不按照一定的顺序，而是凭机遇决定的（一般采用抽签法）。其优点是可以消除土壤定向性的系统误差。试验结果可以用统计方法分析，算出试验误差，能作可靠性测验，准确度较高。

2 按照重复内对照区的设置方法不同，划分为对比法和互比法两种形式。

- 1) 对比法：每隔两个小区设 1 个对照区，直接对比。此法不受土壤肥力差异的影响，试验准确可靠。但对照处理占地面积太大，且各处理间不能直接对比。
- 2) 互比法：各个处理（对照也作为一个处理）互相比较，供试处理不仅可与对照直接比较，且各处理之间也可直接比较。

3 上述两大类从不同角度划分的田间排列方法可结合使用。如试验采用对比法田间设计时，重复内各处理小区的排列可采用顺序对比排列法，也可采用随机对比排列法。又如采取互比法田间设计时，小区排列多应用随机互比排列法，也可采用顺序互比排列法。

4 无论采用哪种小区排列方式，在田间规划布置时，一定要注意消除土壤差异。如果试验地肥力有方向性差异，小区长度延伸的方向就应和肥力变化的方向一致。如果试验地前茬不一样，小区的长度应与不同前茬地段垂直。在坡地上排列小区，总是把长边顺着坡向延伸。另外，应注意不同重复的同一处理小区，不要排列在一条直线上，而应错开排列。

9.3.9 试验设计做好之后，应绘制试验布置图，将各个重复、小区、走道、保护带的位置一一标注出来。

9.4 田间区划和管理

9.4.1 试验地在播种前，首先应做好区划工作。根据试验设计，将各个重复、小区、保护带、走道等按照田间试验布置图具体布置到试验地上。小区统一编号，应写出标牌插在相应的小区上。

9.4.2 试验地管理应遵守下列原则：

1 各项操作应符合试验的规定要求，各项处理应能根据预定计划进行相互比较。

2 整个试验的同一作业，应用同样农具，在同一天内由固定人员进行同等质量的操作。如果遇天气变化等特殊情况，至少一个重复内的小区应在 1d 内完成，其余小区的作业也要在第二

天完成。

3 不同的操作还应体现各自的特点。

- 1) 施基肥：施用的基肥要求数量、质量相同，并在同一天内均匀地分配在整个试验地上。
- 2) 整地：应时间一致，深浅一致，匀细度一致。
- 3) 播种：播种前，将试验用的种子进行一次筛选或粒选，测定种子的发芽率，计算单位面积上的播种量，求出小区的实际播量。每小区甚至每行的播种量均应事先称好，放在小区边，复查无误，再按行播种。播种前开沟深浅和播后覆土，均应力求一致，播种应在当天内完成。幼苗出土后，应及时检查整个试验地的出苗情况，若有漏播，应及时补种；若发现重播，应除去多余的幼苗。
- 4) 追肥：根据试验要求，凡要追施化学肥料的，应十分注意数量和质量，按有效成分计算出每小区甚至每行的施用量后，均匀施入。
- 5) 中耕锄草：整个试验小区的中耕锄草次数、深度、质量和时间应一致，每次作业由同样人员在同一天内完成。
- 6) 防治病虫害：病虫鸟兽的危害常常造成小区间的差异，应做好预防。喷药用的药量、水量都应相同，应在同一天内操作完毕。

9.5 观察记载项目

9.5.1 根据试验的性质和要求，凡是必要的项目应详细记载。例如品种试验对品种的特性应详细观察记载，而一般栽培试验对于品种特性则可记载主要的，详见附录 A 表 A-1。

9.5.2 气象观测应符合下列规定：

- 1 统计历年气象资料。主要统计历年平均气温、最高气温、最低气温；历年平均降水、最多降水、最少降水；历年平均大于

或等于 10℃ 的积温、最高积温、最低积温；历年平均日照、最长日照、最短日照时间；历年平均无霜期、最长无霜期、最短无霜期、早霜、终霜的出现日期；晴天和雨天的天数以及地温、蒸发量、相对湿度等。

2 试验年份的气候条件。最好在本站试验场进行观测，也可利用附近气象站的观测资料。记载项目同本条 1 款。试验时间应在试验作物生长期进行。

3 试验过程中遇有灾害性天气（如暴雨、冰雹、大风等）应增加记载，并记录危害程度。

4 农田小气候观测。根据试验需要，可实地进行农田小气候观测。观测项目有株间温度、湿度和光照强度等。观测仪器可使用阿斯曼通风干湿表和光照计。农田小气候观测应在试验作物生长发育的各个阶段进行，观测时间宜在 8 时、14 时和 20 时。

5 气象观测方法。按《地面气象观测规范》（1979 年版）的规定进行。

9.5.3 试验地块情况包括：地名、地位、面积、地形、坡度、坡向、土质、肥力水平、前作等。田间管理包括：施基肥、整地、播种、补苗、中耕锄草、追肥灌水、防治病虫害以及收割脱粒等一系列工作的数量和质量。

9.5.4 现以小麦为代表，应列举以下观察项目：

1 作物生育期。包括小麦的播种期、出苗期、返青期、分蘖期、拔节期、抽穗期、开花期、成熟期等。

2 作物的经济性状。包括田间密度、每亩株数、株高、穗长、一穗粒数、千粒重、芒状、穗型、粒型、粒色等。

3 产量。分小区进行记载。首先测定出小麦收割、脱粒后的实际产量，然后减去边际效应，并考虑缺苗、鼠害等损失，计算出理论产量。需要注意的是，在收割过程中，应把不同的小区分开，单收单打，分别称重，严格避免发生差错和损失。

9.5.5 作物抗逆性能记载应包括以下内容：

1 抗寒性。主要是对越冬作物而言，强弱用越冬率表示。越冬率的调查用计算植株法。分别在秋季越冬前和春季返青后调查同一地段上的植株数，计算百分率。

2 抗旱、抗涝性能。主要从外观上观察其形态变化，干旱时测定土壤含水量，水淹时记载浸泡时间。根据叶片变色、凋萎程度，分强、中、弱三级。

3 抗倒伏。主要记载倒伏日期、原因。倒伏程度分4级：0级——无倒伏；1级倒伏——不超过 15° ；2级倒伏——不超过 45° ；3级倒伏——超过 45° 。同时还要调查倒伏面积及其占总面积的百分率。

4 抗病虫。主要记载病虫名称、发生日期、症状及危害程度等。

9.5.6 土壤理化分析记载应包括以下项目：

1 主要测定土壤含水量、比重、干密度、孔隙度、水稳性团粒、酸碱度、有机质、全氮磷钾、速效氮磷钾以及土壤代换量。具体方法应按本标准第11章第4节、第5节进行。土壤含水量测定的时间、次数、深度，按试验目的要求决定。一般是定期观测，每隔10d或1个月测一次，或按作物生育期测定，或在暴雨的雨前雨后测定，深度为0~10cm，10~20cm，20~30cm，30~50cm，50~100cm五层，在保护带取样，两次重复。

2 土壤理化分析土样，应在田间区划后各处理区取土样测一次，以后每年在作物收获后取土样测定，以便分析对比，取土深度为0~20cm。

9.5.7 蓄水保土效益观测记载，应根据试验要求，选择不同处理的小区（包括对照区）进行径流观测。各径流小区应坡向一致，坡度一致，土质相同，坡面整齐。试验可设两次重复，只观测每次径流泥沙总量，不测过程。在观测径流的同时，记载降雨的时间、降雨强度，并观测各小区的冲刷情况。对侵蚀程度严重的小区应记载侵蚀沟的情况和分布，加测土壤含水量。径流观测按照水土流失规律试验章节规定的方法进行。

9.6 资料整理与分析

9.6.1 在整理资料之前,对原始观测资料应进行认真地复查,确定资料真实可靠,或存在的问题已得到解决,才能进行整理。整理后的成果应包括以上全部观测记载的资料。在整理过程中,应根据资料性质按项目列成表格或绘制成图形,并计算出平均数、标准差和变异系数。

9.6.2 资料分析应符合下列规定:

1 产量分析。不同的试验设计,应采用不同的分析方法,一般常用的有平均产量法、直观等级法和方差分析法。

1) 平均产量法:算出每一处理区在各重复的平均亩产,与各重复对照区的平均亩产进行比较,求出相当于对照区的百分比。如果某种处理所得产量百分数超过对照区的10%,可认为有一定增产效果;超过20%,则可认为有显著增产效果。当试验设计为对比设计或互比设计时,可应用此法,

2) 直观等级法:在技术力量不足,或进行快速粗略判断的条件下,可用此方法。它是根据各处理的平均产量和各处理在各重复产量的高低,将它们划分成若干等级。属于同一级的处理,表示它们平均产量的差异主要是由于试验误差造成,增产效果不显著;属于不同级的处理,表示它们平均产量的差异主要是由处理本身引起,有增产效果;不同处理间的等级差别愈大,表明增产效果愈显著。划分等级的方法如下:

A) 具有2~3次重复的对比试验,同时符合以下两条件的,处理属于不同等级,缺一条件或缺两条件的均属于同一等级。

a) 甲处理的平均产量高出乙处理平均产量的值,大于或等于全部处理总平均产量的5%。

b) 在每一个重复中,甲处理的产量均高于乙

处理。

B) 具有 4~5 次重复的对比试验, 同时符合以下两个条件的, 其处理属于不同等级; 否则属于同一等级。

a) 同本款 2) 项中 A) 中的 b), 即在每一个重复中, 甲处理的产量均高于乙处理的产量。

b) 在所有重复中, 甲处理的产量均高于乙处理, 或只有一个略低于乙处理, 减少部分不超过所有处理总平均值的 5%。

3) 数理统计法: 采用数理统计法分析处理增产效果时, 针对不同情况宜采用以下方法。

A) 只有两个处理时, 采用 t 检验法或方差分析法。

B) 3 个及 3 个以上处理时, 采用方差分析法, 并用最小显著差数法或最小显著极差法进行多种比较。采用方差分析法或其他方法使用 F 分析表时, 宜用下列标准判别试验的效果:

$F_{0.05} \geq F \geq F_{0.1}$ 有一定增产效果

$F_{0.01} \geq F \geq F_{0.05}$ 有显著增产效果

$F \geq F_{0.01}$ 有极显著增产效果

式中 F ——因素均方差与误差均方差的比值;

$F_{0.1}, F_{0.01}, F_{0.05}$ ——F 分布表中相应于 $\alpha = 0.1$ 、 $\alpha = 0.05$ 、 $\alpha = 0.01$ 的临界值。均根据试验中的因素自由度 f_1 , 与误差自由度 f_2 查出。

2 水、沙分析。一般采用百分数法分析。在试验期内, 试验处理径流小区产生的径流和泥沙与对照径流小区比较, 计算出减少的百分数。

10 水土保持技术措施综合配置试验

10.1 试验目的及内容

10.1.1 试验目的应为探求各类型区有效控制水土流失、不断改善生态环境、合理开发利用水土资源、促进区域经济可持续发展的水土保持技术措施优化配置模式，作为大面积治理的科学依据。

10.1.2 以水力侵蚀为主要形式的小流域水土保持技术措施优化配置试验是一项综合性水土保持试验。根据我国土壤侵蚀类型分区（东北黑土地地区、北方土石山区、西北黄土高原区、长江以南红壤丘陵区、西南石质山区、西北风沙区、青藏高原冻融侵蚀区），按需要可在每种类型区选择 1~2 个流域面积为 5~10km² 的有代表性的典型小流域进行试验。主要内容应包括下列各项：

1 评价流域的水土资源，合理确定其开发利用方向。主要摸清水资源总量、地面径流量、地下水储量、可开采量、利用现状等。土地资源评价主要包括坡度、土壤种类、地貌部位、坡向和利用现状等。根据水土资源的评价结果，合理确定水土资源的开发利用方向。

2 调查研究流域水土流失现状及特征。水土流失现状包括水土流失面积及其分布、土壤侵蚀强度及其危害等；水土流失特征包括主要侵蚀形式及部位。

3 水土保持技术措施优化配置模式试验。在摸清流域基本情况的基础上，首先采用数字模型以治理效益和生产效益最佳为目标函数，寻求出各项水土保持技术措施优化配置方案，然后根据优化配置方案布设技术措施进行试验。

10.1.3 风沙区的水水土保持技术措施优化配置试验不宜以小流域为单元进行，应选择有一定面积且具有代表性的区域作为试验区

进行试验。主要包括：

1 评价试验区的水土资源，合理确定其开发利用方向。水资源评价主要摸清水资源总量、地面径流量、地下水储量、可开采量、利用现状等；土地资源评价主要包括坡度、土壤种类、地貌部位、坡向和利用现状等。根据水土资源的评价结果，合理确定水土资源的开发利用方向。

2 调查研究试验区风蚀现状及特征。风蚀现状包括风蚀面积及其分布、风蚀强度及其危害等；风蚀特征包括主要侵蚀形式及部位。

3 水土保持技术措施优化配置模式试验。在摸清试验区基本情况的基础上，首先采用数字模型以治理效益和生产效益最佳为目标函数，寻求出各项水土保持技术措施优化配置方案，然后根据优化配置方案布设技术措施，进行试验。

10.1.4 开发建设项目水土保持措施配置试验的内容应根据项目的建设和运行管理的需要确定。

10.1.5 水土保持技术措施优化配置试验的同时，应对相应的政策法规、管理机制进行研究，积累和总结经验，为大面积治理提供科学的管理机制。

10.2 试验设计

10.2.1 小流域或试验区水土保持技术措施优化配置试验，应在省、市（地）水土保持科研站（所）的试验小流域或试验区进行，也可在附近中央或地方确定的重点治理区内选择具有一定代表性的小流域或试验区进行试验。

10.2.2 试验小流域或试验区的条件应包括以下各项：

1 地形、地质、植被、土壤、流域形态、水文特征、土壤侵蚀形态等自然条件和人口密度、土地利用、生产状况等社会经济条件，在所在类型区应具有较强代表性。

2 能满足试验要求，流域或试验区面积在 $5\sim 10\text{km}^2$ 之间；最好有两个以上自然条件比较近似的小流域或试验区，能够进行

对比试验；有不同坡度的均一的天然坡面，能够满足布设农、林、牧及工程各种水土保持技术措施的需要。

3 当地领导重视，群众要求改变生产条件的愿望迫切，能积极参与和支持试验活动。

10.2.3 试验小流域（区）选定后，应对试验流域（区）的基本情况进行实地调查，为试验设计提供依据。调查内容及方法详见本标准附录 B 表 B-2。

10.2.4 根据上述调查确定试验小流域（区）的生产发展方向和治理目标。

10.2.5 措施配置方案应符合下列规定：

1 不同土壤侵蚀类型区的地形、地貌、土壤、植被及降雨等自然条件和社会经济基础差异很大，其水土保持技术措施优化配置方案亦不相同，应因地制宜进行水土保持技术措施优化配置方案设计。

2 风沙区的水水土保持技术措施优化配置应以林、草植物措施为主，辅以必要的工程措施。

3 开发建设项目区的水水土保持技术措施优化配置，应根据其水土流失特点，结合项目建设和运行管理的实际，因地制宜、因害设防进行合理配置。

10.2.6 水土保持监测应包括以下内容与方法：

1 试验流域（区）的径流泥沙动态监测应包括以下内容：

- 1) 沟口设立观测站，对流域（区）内的径流泥沙进行常年观测。
- 2) 根据试验布设的林、草和农业耕作等措施，布设相应的径流小区，监测各单项试验措施的蓄水保土效益。有条件的地方也可采用人工模拟降雨试验获取不同降雨历时和强度下各项试验措施的径流泥沙资料以缩短试验周期。
- 3) 每次降雨洪水后，对各个淤地坝库区内的淤积量和淤地面积进行实地量测。

- 4) 风沙区布设观测小区，每次量测剥蚀厚度、堆积厚度及扬尘等。
- 2 试验流域（区）的生态环境监测。主要监测降雨、蒸发、温度、湿度、风速、风向等气象因子。
- 3 试验流域（区）的农经动态监测应包括以下内容：
 - 1) 逐年对流域（区）内的作物种类、面积、种植比例、投入、产出等情况进行跟踪和抽样调查。
 - 2) 选择不同经济收入的典型农户，逐年对其经济变化情况进行调查。

10.2.7 建立数据库。应将试验流域（区）的所有调查、试验和监测资料全部输入数据库。

10.2.8 试验时间最低不得少于 5a。

10.3 试验实施与管理

10.3.1 小流域（区）水土保持技术措施优化配置试验方案确定后，应由有关领导、部门负责人和试验承担单位组成试验领导小组，组织各专业科研人员，严格按照试验方案布设各项试验，制定试验实施细则，认真组织实施。

10.3.2 实施过程中，如需改变试验设计，应履行一定程序，应由实施者提出变更设计报告，领导小组召集有关科技人员进行论证，根据论证结论变更试验设计。

10.3.3 各专业试验人员，应坚持严肃、认真、求实的科学态度，做好试验记录和原始资料积累。

10.3.4 试验领导小组应定期或不定期地召开各专业科研人员的碰头会，互通情报，交流经验，研究解决试验中存在的问题。

10.3.5 试验结束后，按分解的课题或专业进行资料分析整理，撰写试验报告，提交试验成果。由试验领导小组汇总各专业（或课题）试验成果，提交总的试验报告和试验小流域（区）水土保持技术措施优化配置典型样板。

10.4 试验资料整理与分析

10.4.1 应对试验前的所有调查资料进行整理分析,制成图表归档。调查内容及调查方法应符合下列规定:

1 调查内容。

1) 流域(区)自然条件调查

——地质方面。应收集调查流域(区)内地质构造、地层、岩性、矿藏及水文地质等情况和资料。说明地质条件对流域(区)水土流失发生发展的影响。

——地貌方面。应调查各级地貌类型的分布,地貌类型与土地利用和水土流失的关系,划分坡度分级标准,绘制坡度图,分别统计流域(区)不同地貌单元的各级坡度分布面积。

——土壤与地表物质方面。应调查土壤类型、理化特性,各类土壤的生成、发育、有效土层厚度与分布面积、肥力水平与利用现状以及主要理化性质与土壤侵蚀的关系,开发利用方向与改良培肥措施。

——植被方面。应调查流域(区)主要植被类型、习性、空间分布、开发价值与利用现状、发展演替规律及其与人类活动和水土流失的关系,提出保护和合理利用流域(区)植被资源的方向与措施。

——水文与农业气象方面。应调查流域(区)降水状况与农业生产和水土流失的关系,流域(区)光、热资源特征,流域(区)地表和地下资源,流域(区)风力风向及其与农业生产和水土流失的关系,蒸发量与相对湿度,主要灾害天气出现频率及其危害程度。

2) 流域(区)土地利用与社会经济情况调查:

——流域(区)土地利用现状调查。应按照《土地利用现状调查技术规程》(1984年全国农业区划委员会)的有关规定进行。流域(区)各类土地面积必

须采用调绘量测取得的数据。

——流域（区）社会经济情况调查。应着重查明：人口与人口增长情况及劳力的文化素质与技术素质；种植业的种植制度、栽培方法，各种主要作物实际产量；畜牧业的畜禽结构、饲养方式、饲料饲草资源数量与质量，草地栽培管理与产草情况，畜产品的产量与商品量；林业的历年消长情况，现有林地小班调查，宜林地的立地条件类型及其适宜树种，各类林地的产量与产值；现有工副业生产情况及可以促进水土保持治理又有良好前景的工副业门路；渔业生产现状及可供开发的水面资源；农业生产结构特点及其专业化程度；各业生产的投入和收益（按国家统计局 2003 年《农业总产值计算方案》及《农产品成本核算报表》办法计算）；各种农产品（粮、棉、油、肉、蛋、果等）的消费与销售情况；农村能源构成、供耗情况及其与植被的关系，以及解决农村能源问题的途径。

3) 流域（区）水土流失现状调查：

——弄清流域（区）内土壤侵蚀的主要方式、面积、分布及潜在危害。

——根据水利部《土壤侵蚀分类和分级标准》（SL 190—2007），按照流域（区）实际，调绘并划分流域土壤侵蚀类型与强度分布图。

——估算流域（区）土壤侵蚀平均模数。

——调查流域（区）不同地貌、不同土质、不同土地利用方式的侵蚀状况，以及人为活动（开矿、修路、采石等）导致增加土壤侵蚀的数量与分布。

——水土流失给流域（区）生态环境、生产建设及人民生活造成的危害。

4) 流域（区）水土流失治理现状调查：水土保持开展情况，现有各项水保措施数量、质量及其分布，各项水

保措施的投入定额与效益、主要经验和存在问题等。

- 5) 土地面积与分布调查: 选定评价标准, 根据土地自然经济地理特性与生产潜力, 以及主要限制因子的级差, 划分土地资源评价单元, 并对其作出适宜性及等级评定; 总结土地利用经验教训, 提出提高土地利用与土地生产率的途径和措施。
- 6) 水资源评价调查: 流域(区) 大气降水、地表水、地下水资源的数量、质量与时空分布特征, 已往开发利用的经验和问题, 以及今后进一步开发利用的途径与措施。

2 调查方法。

- 1) 按上述调差内容与要求, 拟订调查提纲后, 先向当地有关部门收集流域所在地的农业经济、农田水利、水土保持等方面的区划、规划资料, 水文气象观测资料, 地质图件, 人口、土壤普查成果, 社会经济计划与统计资料, 以及各业生产、水土保持专题调查研究与定位试验资料成果等。经过校核、鉴别, 必要时抽样调查验证, 选出可以引用的部分, 再组织调查。具体操作技术按 GB/T 16543.1—6—2008、TD/T 1008—2007 等有关规定进行。
- 2) 各种专业调查填图的工作底图应采用地图出版社出版的地形图, 经过严密纠正的航片镶嵌图或委托专门测绘单位利用航摄资料测绘的底图, 也可根据需要与可能, 自行组织实地测绘地形图, 不得用放大图作为工作底图。工作底图的比例尺根据流域(区) 面积按表 10.4.1 确定。

表 10.4.1 工作底图比例尺要求表

流域面积 (km ²)	<5	5~10
制图比例尺	1/2000 或 1/5000	1/5000 或 1/10000

10.4.2 每年年终应对径流泥沙、农业措施、林草措施和工程措施各项试验资料进行整理分析。整理分析方法可按本标准中各项相关措施的具体要求进行，并应写出年度试验小结。全部试验结束后，应对历年的试验资料进行汇总分析，写出试验报告。

11 土壤性质试验

11.1 土壤样品的采集和制备

11.1.1 土壤样品的采集应包括以下内容：

1 土壤剖面样品的采集。选择有代表性的位置，挖 1m×1.5m 的长方形土坑，深度一般达母质或地下水位即可，然后根据剖面的颜色、结构、质地、紧密度、湿度、植物根须分布等。自下而上逐层采集约 1kg 的样品。

2 土壤物理性质样品的采集。选定有代表性的位置，挖坑分层采集原状土样，应保持土块不受挤压、变形。

3 土壤混合样品的采集。根据试验目的要求和试验区面积大小，确定采样深度和样点的多少。研究土壤养分供求状况的样品，一般分层采至 100cm，在试验区内按蛇形（S 形）设点，取 5~20 个点，分层采集混合样品约 1kg。若样品超过 1kg，一定要采用四分法缩取。

4 土壤微量元素样品的采集。在试样的采集和处理过程中，要慎防被测元素的污染。其采集方法同本条 3 款 3。

11.1.2 从野外采集回来的土壤样品，应编号登记，并应按以下分析项目及其要求分别处理。

1 风干。除部分速效态养分的测定，需要新鲜样品外，均应及时风干，避免霉烂变质。风干时，应将土平铺在风干室的晾土架上，间隔地翻拌，使其尽快均匀地风干。风干室应通风，防止酸、碱、尘埃及被测元素气体的污染。

2 过筛。风干后的土样，应用木锤和橡皮板（测定微量元素的样品应用塑料棍和塑料板）碾碎，全部通过 1mm 筛，然后混匀并用分样器或四分法分成两份，一份供物理分析用，另一份供化学分析用。测定土壤酸碱度、有效养分等项目，通过 1mm 筛即可；测定有机质和全氮等项目，应再通过 0.25mm 筛；用

碱熔法测定全磷、全钾等项目，还应通过 0.15mm 筛。在碾压过筛前，应将土样中的植物残体、石子和新生体随时检出。石子较多时应称其重量，计算出百分率，以便计算机械组成时用。

3 贮存。样品贮存要慎防受到被测成分的污染，贮于带盖广口瓶中，编上样品号备用。待全部分析工作结束，分析数据核实无误后，即可弃去，一般保存一年；有较大使用价值者，如标准样品，可长期保存，但要严防被测成分的改变。

11.2 植物样品的采集和制备

11.2.1 采集植物样品主要用于评价农产品、林产品和牧草饲料等的品质，如粗蛋白、粗脂肪、粗纤维、粗灰分等的含量。应按试验要求，选定各类产品适宜物候期，采集试验区内具有代表性样株 10~20 株，样点布设参见本标准第 11.1.1 条，采样时间通常以上午 8 时至 10 时为宜。

11.2.2 植物样品的制备。采集回来的样株，应细心洗涤植株上的尘土、肥料、农药等污染物，及时干燥、粉碎，全部通过 1mm 筛。测定微量元素的样品，应全部通过 1mm 的尼龙筛，混合均匀贮于广口瓶中，编上样号备用。

11.3 分析工作基本要求

11.3.1 分析天平每年应校正 1~2 次，不得用不合精度要求的天平称量。

11.3.2 其他计量仪器，如酸度计、光电分光光度计、火焰光度计等，每年应由有经验的同志校正，或由地方计量单位鉴定。

11.3.3 蒸馏水或用树脂制备的纯水，应经检查合格方可使用。检查方法有两种，一是用电导仪测定其电阻值，宜不低于 30 万~50 万 Ω ，若用作电极分析或原子吸收分析，应不低于 70 万~100 万 Ω ；二是采用化学方法，即用纳氏试剂检查氮，用硝酸银检查氯，用氯化钡检查硫酸根，用铝酸铵检查磷，经检查均无上述被检元素，且酸碱度为中性，方为合格用水。

11.3.4 标准溶液的标定应按试剂性质要求定期进行。每次标定时,应做3~5次平行测定,允许相对误差为0.5%。

11.3.5 分析试剂应根据精度要求选用,必要时应检查试剂质量,不合格者应提纯或弃用。

11.3.6 分析用器皿应保证清洁,防止被所测元素污染。

11.3.7 初次参加分析的人员,应参加过已知含量待测液的回收试验。当其所测定项目的误差小于或等于该项目的允许误差时,才允许其正式参加样品的分析工作。

11.3.8 每批样品应做2~3个空白试验,校正系统误差。

11.3.9 为保证每批样品的可靠性,每个样品应做两个平行测定,同时加入两个标准样品(已知含量的同类样品)作对照。

11.3.10 为克服温度、试剂、电压等环境因素的影响,每批样品必须同时做标准曲线。

11.4 土壤物理性质的测定方法

11.4.1 土壤含水量的测定采用烘干法,即将称过重的土样,置于电热恒温干燥箱中,在 $105^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 烘至恒重,求算其失水重占干土重的百分数。

11.4.2 土壤田间持水量的测定,宜用威尔科克斯法。

11.4.3 土壤容重的测定,宜用环刀法。

11.4.4 土壤比重的测定,宜用比重瓶法。

11.4.5 土壤孔隙度的测定,可按式(11.4.5)计算:

$$T = \left(1 - \frac{B}{\rho}\right) \times 100\% \quad (11.4.5)$$

式中 T ——土壤总孔隙度,%;

B ——干密度, g/cm^3 ;

ρ ——密度, g/cm^3 。

11.4.6 土壤水稳性团粒的测定,宜用筛分法。小于 0.25mm 微团粒的测定,宜用比重计法。

11.4.7 土壤机械组成的测定,应用吸管法、比重计法。

11.4.8 团聚状况及团聚度的测定,宜按式(11.4.8)计算:

$$\text{团聚状况}(\%) = \frac{\text{大于 } 0.05\text{mm 微团聚体的百分数}(\%) - \text{大于 } 0.05\text{mm 颗粒}(\%)}{\text{大于 } 0.05\text{mm 微团聚体的百分数}(\%)} \quad (11.4.8)$$

11.4.9 土壤分散率的测定,宜按式(11.4.9)计算:

$$D = \frac{S}{V} \times 100\% \quad (11.4.9)$$

式中 D ——团聚度,%;

S ——团聚状况,%;

V ——大于 0.05mm 微团聚体的百分数,%。

11.4.10 土壤崩解速度的测定,用 $2\text{cm} \times 2\text{cm} \times 2\text{cm}$ 的原状土试样,在静水槽中崩解所耗时间(s)计。

11.4.11 土壤其他物理性质的测定,如土壤流限、土壤塑限等具体测定方法,按 SL 237—1999 进行。

11.5 土壤化学性质分析

11.5.1 土壤酸碱度的测定,宜用电位法。石灰性土壤用无二氧化碳水浸提,水土比为 0.5:1;酸性土壤用 1mol/L 的氯化钾溶液浸提,水土比为 1:1。

11.5.2 土壤有机质的测定,宜用重铬酸钾—硫酸氧化法。

11.5.3 土壤氮素的测定,全氮宜用开氏蒸馏法,水解性氮宜用碱解扩散法。

11.5.4 土壤磷素的测定,全磷宜用氢氧化钠碱熔——钼锑抗比色法。速效磷,中性土壤和石灰性土壤宜用 0.5mol/L 碳酸氢钠浸提,钼锑抗比色法;酸性土壤宜用氟化铝—盐酸浸提,钼锑抗比色法。

11.5.5 土壤钾素的测定,全钾宜用氢氧化钠碱熔,制备待测液,火焰光度计测定;速效钾宜用 1mol/L 醋酸铵浸提,火焰光度计测定。

11.5.6 土壤阳离子交换量的测定,酸性和中性土壤宜用 1mol/L 醋酸铵交换,开氏蒸馏法测定;石灰性土壤宜用 1mol/L 醋酸钙

交换测定。

11.5.7 土壤盐基交换量的测定，宜用 EDTA—铵盐快速测定。

11.5.8 土壤水溶盐总量的测定，宜用重量法。

11.5.9 土壤碳酸钙的测定，宜用气量法。

11.5.10 土壤石膏的测定，宜用盐酸浸提—硫酸钡重量法。

11.6 土壤微量元素测定

11.6.1 土壤有效锰的测定应符合下列规定：

1 土壤交换性锰的测定，宜用 1mol/L 醋酸铵浸提，高锰酸钾比色法测定，或原子吸收分光光度计测定。

2 土壤易还原锰的测定，宜用对苯二酚—1mol/L 醋酸铵浸提，高锰酸钾比色法测定，或原子吸收分光光度计测定。

11.6.2 土壤有效铜的测定，酸性土壤宜用 0.1mol/L 盐酸浸提，石灰性土壤宜用 DTPA 溶液浸提，DDTC 比色测定，或原子吸收分光光度计测定。

11.6.3 土壤有效锌的测定，浸提方法与本标准 11.6.2 相同，待测液用原子吸收分光光度计测定。

11.6.4 土壤有效铁的测定，宜用 DTPA 浸提，联吡啶比色测定，或原子吸收分光光度计测定。

11.6.5 土壤有效钼的测定，宜用草酸—草酸铵浸提，硫氰化钾 (KCNS) 比色测定，或极谱仪测定。

11.6.6 土壤有效硼的测定，宜用沸水浸提，姜黄素比色测定。

11.7 植物近似组成的测定

11.7.1 植物水分的测定，宜用常压恒温干燥法测定。

11.7.2 植物粗灰分的测定，宜用干灰化法测定。

11.7.3 植物粗蛋白的测定，宜用硫酸—双氧水消煮，开氏蒸馏测定全氮，然后换算成粗蛋白。

11.7.4 植物粗脂肪的测定，宜用残渣法。

11.7.5 植物粗纤维的测定，宜用酸—洗涤剂法。

11.7.6 植物无氮浸出物的测定，宜按式（11.7.6）计算：

$$N = 100\% - (W + C + P + F + f) \quad (11.7.6)$$

式中 N ——无氮浸出物，%；

W ——水分，%；

C ——粗灰分，%；

P ——粗蛋白，%；

F ——粗纤维，%；

f ——粗脂肪，%。

11.8 植物组织中部分元素的测定

11.8.1 植物全碳量的测定，宜用重铬酸钾—硫酸氧化法测定。

11.8.2 植物全氮、全磷、全钾的测定，消煮方法和全氮测定与本标准 11.7.3 相同；全磷宜用硫酸—铝锑抗比色测定；全钾宜用火焰光度计测定。

11.8.3 植物组织中微量元素的测定，宜用土壤微量元素的测定方法。

11.9 分析数据处理

11.9.1 分析结果用某元素含量表示，表示方法有以下几种：

1 百分数，即 100g 土壤中含某元素的克数。

2 ppm，百万分之一浓度（即 10^{-6} ），即 1L 稀溶液中含某元素的毫克数。

3 ppb，十亿分之一浓度（即 10^{-12} ），即 1L 稀溶液中含某元素的微克数。

4 mg/100g（土），即 100g 土壤中含某元素的毫克数。

11.9.2 有效数字的取舍，根据仪器精度保留一位可疑数字。有效数字计算中，计算结果的尾数，按逢 4 舍去，逢 5 则前一位遇偶数时舍去，前一位遇奇数，在前一位上加 1。

11.10 允许误差

11.10.1 土壤理化分析结果误差，可按式 (11.10.1-1) 和式 (11.10.1-2) 求得：

$$\nabla \delta = p - \alpha \quad (11.10.1-1)$$

式中 $\nabla \delta$ ——绝对误差；

p ——每次测定值；

α ——多次测定平均值。

$$\delta = \frac{p - \alpha}{\alpha} \times 100\% \quad (11.10.1-2)$$

式中 δ ——相对误差；

p ——每次测定值；

α ——多次测定平均值。

11.10.2 土壤理化分析的允许误差，见表 11.10.2。

表 11.10.2 土壤理化分析允许误差表

分析项目	分析方法	允许绝对误差
土壤有机质	重铬酸钾—硫酸氧化法	0.05%
土壤全氮	开氏蒸馏法	0.005%
土壤水解性氮	碱解—扩散法	0.5mg/100g (土)
土壤全磷	氢氧化钠碱熔—铝锑抗比色法	0.005%
土壤速效磷	碳酸氢钠—铝锑抗比色法	0.05~0.1mg/100g (土)
土壤全钾	氢氧化钠碱熔—火焰光度计测定	0.5mg/100g (土)
土壤速效钾	硝酸铵—火焰光度计测定	0.5mg/100g (土)
土壤阳离子交换量	容量法	0.5mg/100g (土)
土壤水溶盐总量	重量法	0.005~0.02 (%)
土壤碳酸钙	气量法	0.5%
土壤酸碱度	电位法	0.02 单位
土壤水分	新鲜样品—烘干法	<1%
土壤比重	比重瓶法	0.02
土壤容重	环刀法	0.02g/cm ³

12 小流域水土保持试验

12.1 小流域水土流失规律试验

12.1.1 小流域水土流失规律试验研究应在自然条件和社会经济条件有代表性的小流域内,布设雨量站、坡地径流场、重力侵蚀场、地下水观测井、干支沟口径流观测站,观测全流域的降雨量以及各部位的径流量、侵蚀量、沟口输出的径流泥沙量。应用适当的分析方法,探求小流域的径流泥沙来源,以及降雨、地形、地质、土壤、植被等综合因素对小流域水土流失的影响。

12.1.2 试验设计应符合下列规定:

1 应在试验小流域内进行试验,如果试验小流域的治理程度已相当高,不能满足试验条件,可按照第2章选择试验小流域的条件另选小流域。

2 试验研究综合因素对水土流失的影响,应设置对比小流域,取得较好的直观效果。选择对比小流域应符合以下条件:

- 1) 和试验小流域的地理位置相邻或相近。
- 2) 和试验小流域的自然条件(如地形、地质、植被、土壤、流域面积、流域形状等)大体相似。
- 3) 两个流域均未进行大规模的治理。
- 4) 如果附近无合适的小流域可作对比,试验小流域内有条件,亦可在试验小流域内选择两条小支沟对比。
- 5) 对比小流域选定以后,应和试验小流域同时进行空白(不治理)观测3~5a,检验两流域的水土流失特征(同一次降雨下的径流系数、侵蚀模数和洪水过程线形状等),确定有无可比性。

3 流域基本雨量点的布设数量,应以能控制流域内平面和垂直方向雨量变化为原则。雨量的分布,除受地形影响外,在微面上呈波状起伏,梯度变化也较大。雨量点的布设,在流域面积

小、地形复杂的流域，密度应大一些；流域面积大、地形变化不大的流域，密度可小一些。流域面积在 5km^2 以下时，可按表

表 12.1.2 流域基本雨量点布设数量表

流域面积 (km^2)	小于 0.2	0.2~0.5	0.5~2	2~5
雨量点个数	2~5	3~6	4~7	5~8

12.1.2 布设，并符合下列规定：

- 1) 流域面积在 50km^2 以下，每 $1\sim 2\text{km}^2$ 布设一个雨量点；流域面积超过 50km^2 的，每 $3\sim 6\text{km}^2$ 布设一个雨量点。
- 2) 观测初期，雨量点可布设得多一些。积累一定的资料以后，通过抽样分析，可以精简。精简前后计算的流域平均雨量，允许误差为 $\pm 5\%$ 。精简后的雨量点个数，不受上述规定限制。
- 3) 若流域内只设一个雨量点，则应设在流域中心或重心附近；设两个雨量点，则一个设在出口断面处，一个设在流域上游；设多个雨量点，则应考虑流域形状、地形等因素进行布设。
- 4) 雨量观测点应设置在四周空旷、平坦、无高大地形地物的地方。如有障碍物时，雨量点距障碍物的距离应超过雨量计和障碍物高差的 2 倍。
- 5) 每个雨量点应同时设置两套仪器，一个自记雨量计，一个标准雨量器。在高山顶上或无人居住地区的雨量点应设置翻斗式遥测雨量计。

4 在试验小流域、对比小流域出口附近，应设置径流观测站，观测输出的径流泥沙量。测验河段的长度应大于最大断面平均流速的 30~50 倍；应顺直无急弯、无塌岸、无冲淤变化、水流集中，并便于布设测验设施。当不能满足上述要求时，应对河段进行人工整修。测流时尚应符合下列规定：

- 1) 流量测验用流速仪法时, 测验河段的控制断面处应设置水尺, 水尺长度应超出最高洪水位 0.50m。当水位变化幅度大, 设一根水尺不能满足要求时, 可从低到高设置多根。上下水尺读数应有 0.10~0.20m 的重合。条件许可, 应安装自记水位计。
 - 2) 山区河流, 水势涨落迅猛, 并常夹带有石块、枯枝、野草等杂物, 用流速仪测流, 仪器常被损坏, 且因测流速度慢, 也不易抓住洪峰流量, 在此情况下宜采用浮标法测流。用浮标法测流, 基本水尺上、下游应设置上、下浮标断面, 间距不得小于最大断面平均流速的 20 倍。
 - 3) 在较小的流域内测验流量可用建筑物法。常用的量水建筑物有量水堰和量水槽两种形式。当洪水流量和枯水流量小, 泥沙较少时, 宜选用量水堰; 当洪水流量和枯水流量大, 泥沙较多时, 宜选用量水槽。
- 5 坡地土壤侵蚀观测场主要用于观测不同类型土地产生的侵蚀量。其布设方式有以下两种:
- 1) 自然坡面径流场。既观测径流量, 也观测土壤冲刷量, 每个试验小流域在每种类型的坡地上布设 2~3 个。
 - 2) 单纯观测土壤侵蚀的简易土壤侵蚀观测场。选择土壤坡度、坡长、宽度、作物等有代表性的不同类型的坡地若干块, 于汛期将直径 0.5~1cm、长 50~100cm、类似钉子形状的钢钎按一定的距离 (视坡地面积而定) 分上、中、下, 左、中、右, 纵、横各 3 排 (共 9 条) 打入地下。钉帽与地面齐平, 并在钉帽上涂上红漆, 编号登记入册。每次大暴雨之后和汛期終了, 观测钉帽距地面高度, 计算土壤侵蚀厚度和总的土壤侵蚀量。非坡耕地上的钢钎, 可长期固定不动, 但应注意保护; 坡耕地上的钢钎, 汛末收回, 来年再用, 布设数量可以适当增加。

6 选择沟道侵蚀有代表性的支沟 2~3 条,从沟口至沟头,按侵蚀轻重,划分成 2~3 段(如果侵蚀情况复杂,亦可增加段数),测定固定断面 2~3 个,测引水准高程于固定处,设置永久水准标志。每次洪水之后和汛期终了,测绘断面变化,比较计算沟道冲淤土方。

7 观测地下水主要在于了解试验小流域实施水土保持治理过程中水位的变化趋势,及其可能对重力侵蚀造成的影响。测井的布设,宜沿着沟道轴线和垂直沟道轴线各两排。每排数量,按流域面积大小确定,有 2~3 个即可。但应均匀分布。井的深度,应低于地下最低水位 2m。如果在布设的测井线上或附近,有群众吃水或灌溉用井,或有泉水露头,则应充分利用,并相应减少测井个数。径流试验场中心,应布设重点测井,重点观测。

12.1.3 观测项目和方法应符合下列规定:

1 绘制有关图表。对试验小流域和对比小流域需绘流域地形图、流域土地利用现状图、流域植被分布图和流域土壤侵蚀图(比例尺 1:10000~1:5000),以及沟底纵比降图、横断面图,分析流域水土流失变化。

2 雨量观测。使用雨量器观测时,宜采用二段制,每日 8 时、20 时各观测 1 次,并加测降水起止时间和一次降水总量。使用自记雨量计观测时,每日 8 时观测 1 次,降水之日在 20 时检查 1 次,暴雨时增加检查次数。自记纸于每日 8 时定时更换,如果换纸时适遇大雨,可适当推迟或提前。自记雨量计 1 日时差超过 10min,应进行时差订正;一次虹吸订正值超过 0.1mm 时,应进行虹吸订正。

3 水位观测。观测精度应至 cm,平时每日 8 时、20 时各观测 1 次。洪水时,以能测得完整的水位变化过程为原则。在控制住起涨、峰顶、峰腰、落平和其他转折点水位的前提下,可按水位变化,均匀分布测次。峰顶附近,应不少于 3 次,落水部分的退水下降缓慢时可 30min 观测 1 次。

4 流量测验。洪水流量的测次和分布应以满足建立水位流

量关系需要为原则。河床稳定、控制良好、水位流量为稳定单一曲线的站，汛期测流 15~30 次，按水位变幅均匀分布。水位流量关系不稳定的站，每次小洪水测 3~5 次，一般洪水测 5~7 次，大洪水测 7 次以上。峰顶附近一般不应少于 2 次。用量水建筑物测流，水位（水头）测次即流量测次，应按上述水位观测要求进行。各种量水建筑物，原则上应每年检定 1 次，如连续两次检定的曲线误差在 $\pm 3\%$ ~ $\pm 5\%$ 以内，以后也可 2~3 年检查 1 次，流量测验的具体方法，按《水文测验试行规范》（1975 年版）的规定进行。

5 泥沙测验包括悬移质测验和推移质测验两项。

1) 悬移质测验时应符合以下规定：

A) 取样次数：随洪峰水位变化而定，单峰洪水不应少于 10 次。大洪水测次加密。洪峰前后，峰顶均应取样，洪水落平后应再取 1~2 次。应控制沙峰和沙量变化过程。每个水样不应少于 1000cm^3 。

B) 取样位置：宜在主流边半深处取样，洪水较大不能在主流边取样时，可改在离开岸边的垂线上半深或水面下采取。

C) 取样方法有 3 种：

a) 横式取样器法：采样 1 次，不重复，每次采样数量不少于取样器容积的 90%。如沙多浮物多，涨落急剧时，可适当放宽，但不应少于 70%。

b) 普通器皿法：按顺流方向迅速取水面下扰动较小的水样，取样器应固定，并保持清洁。

c) 比重瓶法：用比重瓶在预定位置取样。取样时瓶口应稍向下游倾斜，待瓶满立即取出，直接称重置换。此法比较粗糙，设备较差时才使用。

D) 水样处理：可用过滤法、焙干法或置换法处理水样，计算含沙量。

2) 推移质测验有以下两种方法：

A) 沉沙池法：当推移质输沙率小时，可采用此法。建筑有沉沙前池的量水建筑物，分别测出进口的悬沙输沙量 D_1 、通过建筑物的悬沙输沙量 D_2 、沉沙池的淤积量 D_3 ，并设推移质和悬移质全沙输沙量为 D ，则推移质输沙量 D_4 可按式 (12.1.3-1) 和式 (12.1.3-2) 算出：

$$D = D_2 + D_3 \quad (12.1.3-1)$$

$$D_4 = D - D_1 \quad (12.1.3-2)$$

当流域出口有适宜的小型水库和淤地坝时，亦可采用此法。

B) 器测法：用推移质取样器取样，计算推移质输沙率。具体方法可参阅《水文测验试行规范》(1975年版)。此法的缺点是目下还没有性能良好、可以普遍适用的采样器。因而结果欠佳，有待各试验站(所)根据本地河流情况进一步研究。

6 泥沙颗粒分析。泥沙颗粒的组成是衡量泥沙资源使用价值和析泥沙来源的重要依据。悬移质颗粒分析，一般采用洪水期施测单沙的水样进行，推移质颗粒分析和悬移质同时进行。分析方法按《水文测验试行规范》(1975年版)执行。

7 溶解质测定。取经过澄清的河水置于烘杯中烘干，称出沉淀物重量，用式 (12.1.3-3) 计算：

$$\alpha = \frac{\Delta W}{V} \quad (12.1.3-3)$$

式中 α ——溶解质含量， g/cm^3 。

8 地下水观测。平时每 10d 观测 1 次，暴雨时 1d 观测 1 次，直至水位稳定为止。观测工具，一般用测杆、测绳、电动测水尺等，但重点测井应使用自记水位计观测水位。利用群众食水井观测地下水位，应在早晨汲水之前；利用露头泉眼观测地下水位，宜一并观测流量。

9 重力侵蚀的调查。在汛期开始和每次暴雨过后对全流域

的重力侵蚀情况进行 1 次普查。查清发生重力侵蚀的处数、地点、类型（崩塌、滑塌、泻溜等）、原因、面积、总土方量和洪水冲走的土方量等。

10 泥石流调查。在每次暴雨后对全流域泥石流发生情况、运动特征及固体物质搬运量进行 1 次普查。

12.1.4 资料的整理与分析应符合下列规定：

1 水土流失规律观测工作告一段落之后（比如 1 次洪水结束、汛期末和年终），在分析资料之前，应对原始观测的各项资料进行系统的整理。整理后应提出以下成果：

- 1) 考证资料：包括试验流域、对比流域、试验场各个径流场和土壤侵蚀观测场的基本情况资料，雨量点、径流测站、地下水观测井、沟道侵蚀观测断面的说明表和平面布置图，有关各种观测项目的观测设施、仪器和方法的说明等资料。
- 2) 各种经过校核、复核的原始观测资料成果，以及有关的分析图表和文字说明资料。
- 3) 各项调查、测量的成果资料。

2 资料审查应从以下几方面进行：

- 1) 水土流失规律试验，平时的观测调查工作，应做到“六随”，即随测、随记、随算、随校、随点绘曲线、随填制图表，并日清月结。
- 2) 资料应真实可靠，整理之前和整理过程中还应认真做好合理性检查，发现并消除可能遗存的错误。对于降水量，应进行邻站相比和绘制流域降水量等值线图进行检查；对于水位流量，应绘制瞬时水位、瞬时流量过程线检查；对径流场暴雨径流资料，应绘制暴雨、流量、含沙量综合过程线图进行检查。各项观测资料的检查方法，可参考《水文测验手册》第三册。检查中若发现不合理的数值，应分析原因，再决定取舍。

3 资料分析。应根据试验研究课题，逐项有针对性地分析

资料，分析结果，回答试验提出的问题。通常采用的分析方法有相关分析、多元回归分析等。

12.2 小流域综合治理试验

12.2.1 试验应包括以下目的和内容：

1 在不同的水土流失类型区选择典型小流域进行综合治理试验，目的在于探求各类型区水土流失能够得到根本控制、生态环境能够得到有效改善、水土资源的经济效益能够得到最大发挥的小流域综合治理模式，以及节约治理投资、加快治理速度的途径和措施，为各类型区的小流域和大面积规划治理提供科学依据和典型样板。

2 小流域综合治理试验是一项综合性水土保持试验。主要内容包括：

- 流域水土资源评价及其开发利用方向的研究；
- 流域土地利用合理生态经济结构研究；
- 流域水土流失特征及水土保持治理措施优化配置模式研究；
- 流域综合治理效益及评价指标的研究；
- 水土保持技术经济政策研究。

12.2.2 试验设计应符合下列规定：

1 小流域综合治理试验，应在试验站（所）的试验小流域进行。如果不具备条件，也可结合附近中央或地方重点小流域的治理进行试验。选择条件遵照第2章的有关规定。

2 调查应包括下列内容，并符合以下要求：

- 1) 流域自然条件调查：地质、地貌、土壤、植被、水文及农业气象等情况。
 - 地质方面：应收集调查流域内地质构造、地层、岩性、矿藏及水文地质等情况和资料。说明地质条件对流域水土流失发生发展的影响。
 - 地貌方面：应调查各级地貌类型的分布、地

貌类型与土地利用和水土流失的关系，划分坡度分级标准，绘制坡度图，分别统计流域不同地貌单元的各级坡度分布面积。

——土壤与地表物质方面：应调查土壤类型、理化特性，各类土壤的生成、发育、有效土层厚度与分布面积，肥力水平与利用现状以及主要理化性质与土壤侵蚀的关系，开发利用方向与改良培肥措施。

——植被方面：应调查流域主要植被类型、习性、空间分布、开发价值与利用现状、发展演替规律及其与人类活动和水土流失的关系，提出保护和合理开发利用流域植被资源的方向与措施。

——水文与农业气象方面：应调查流域降水状况与农业生产和水土流失的关系，流域光、热资源特征，流域地表和地下水资源，流域风力风向及其与农业生产和水土流失的关系，蒸发量与相对湿度，主要灾害天气出现频率及其危害程度。

2) 流域土地利用与社会经济情况调查。

——流域土地利用现状调查。应按照国家农业区划委员会 TD/T 1008—2007 的有关规定进行。流域各类土地面积必须采用调绘量测取得的数据。

——流域社会经济情况调查：应着重查明人口增长情况及劳力的文化素质与技术素质；种植业的种植制度、栽培方法，各种主要作物实际产量；畜牧业的畜禽结构、饲养方式、饲料饲草资源数量与质量，草地栽培管理与产草情况，畜产品的产量与商品量；林业的历年消长情况，现有林地小班调查，宜林地的立地条件类型及其适宜树种，各类林地的产量与产值；现有工副业生产情况及可以促进水土保持而又有良好前景的工副业门路；渔业生产现状及可供开发的水面资源；农业生产结构特点及其专业化程度；各业生产

的投入和收益（按国家统计局有关办法计算；各种农产品（粮、棉、油、肉、蛋、果等）的消费与销售情况；农村能源构成、供耗情况及其与植被的关系，以及解决农村能源问题的途径。

3) 流域内土壤侵蚀情况调查。

——弄清流域内土壤侵蚀的主要方式、面积、分布及潜在危险。

——根据 SL 190—2007，按照流域实际，调绘并划分流域土壤侵蚀类型与强度分布图。

——估算流域土壤侵蚀平均模数。

——调查流域不同地貌、不同土质、不同土地利用方式的侵蚀状况，以及人为活动（开矿、修路、采石等）增沙的数量与分布。

——水土流失给流域生态环境、生产建设及人民生活造成的危害。

4) 流域水土保持情况调查：包括调查水土保持开展情况，现有各项水保措施数量、质量及其分布，各项水保措施的投入定额与效益，主要经验和存在问题等。

5) 调查分析在分析上述调查资料的基础上，根据流域土地的自然属性划分土地类型，弄清各类土地的面积与分布；选定评价标准，根据土地自然经济地理特性与生产潜力，以及主要限制因子的级差，划分土地资源评价单元，并对其作出适宜性及等级评定；总结土地利用经验教训，提出提高土地利用与土地生产率的途径和措施。

6) 水资源评价：流域大气降水、地表水、地下水资源的数量、质量与时空分布特征，已往开发利用的经验和问题，及今后进一步开发利用的途径与措施。

3 调查方法。

1) 按照本标准 10.4.1 调查内容与要求，拟订调查提纲

后，先向当地有关部门收集流域所在地的农业经济、农田水利、水土保持等方面的区划、规划资料，水文气象观测资料，地质图件、人口、土壤普查成果，社会经济计划与统计资料，以及各业生产、水土保持专题调查研究与定位试验资料成果等。经过校核、鉴别，必要时抽样调查验证，选出可以引用部分，再组织调查。具体操作技术按 GB/T 16543.1—6—2008)、TD/T 1008—2007 等有关规定进行。

- 2) 各种专业调查填图的工作底图应采用国家测绘部门出版的地图，经过严密纠正的航片镶嵌图或委托专门测绘单位利用航摄资料测绘的地图，也可根据需要与可能自行组织实地测绘地形图，但不得用放大图作为工作底图。工作底图的比例尺应根据流域面积按表 12.2.2 确定。

表 12.2.2 工作制图比例尺

流域面积 (km ²)	<5	5~10	10~50
制图比例尺	1/2000 或 1/5000	1/5000 或 1/10000	1/10000 或 1/25000

- 3) 调查结束应提出以下成果：流域地质、地貌、土壤、植被、气候、土地利用、社会经济、水土流失与水土保持专项调查报告，土地资源、水资源评价报告，以及各种专业成果图件。成图比例尺根据流域专业图件的内容，可以在外业调查编稿图的基础上缩小，但同一条流域的各种专业成果图件应采用统一的比例尺和图幅；所有需要在专业图上量测的数据，不得在缩绘后的专业成果图上量测。

12.2.3 规划设计应包括以下内容：

1 生产发展方向。

- 1) 根据对流域自然条件、社会经济状况调查分析的结果，

参考当地已有的农业区划、规划及国民经济发展计划，结合流域内外工矿、村镇、交通、水电等项建设发展情况和商品交换发展情况对土地利用的影响，提出流域发展生产的战略方向、规划期的主导生产部门与辅助生产部门及各业生产的主要产品。

2) 生产发展方向需经以下 4 个方面论证后确定：

——从流域社会经济情况，农、林、牧、副、渔各业生产的经验教训，国家和流域自身的需要，论证其必要性。

——从流域自然条件及农业资源的数量与质量论证其适宜性。

——从流域大力发展该主导生产部门 and 该主要产品的收益论证其经济上的合理性。

——从大力发展该主导生产部门对人力、物力、资金、技术等方面的需求及流域在这些方面实际可能满足的程度论证其可行性。

2 土地利用规划。

- 1) 土地利用规划是小流域综合治理的基础，其任务是根据生产发展方向，按流域自然、社会经济条件和国民经济发展与人民生活需要，调整土地利用结构，合理划分各项生产建设用地，控制水土流失，改善生态环境，提高土地利用率和土地生产力。
- 2) 土地利用规划的内容是：确定农、林、牧用地比例和位置；划分工矿、村镇、水利、交通等项用地范围；制定调整土地利用结构的方法、步骤及分期安排意见。
- 3) 土地利用规划的基本原则是：在当地政府支持下，根据流域土地资源特点及生产发展方向，坚持开发利用与治理保护相结合，认真贯彻“决不放松粮食生产，积极发展多种经营”的方针，统筹兼顾，合理安排，不断提高土地的生产力和利用率，求得最佳的经济效

益、生态效益与社会效益的规划方案。

4) 土地利用规划应按以下步骤进行:

——进行流域规划期的人口、劳动力、土地生产力和各类土地需要量的发展预测。

——提出 2~3 个不同的土地利用规划方案, 进行比较论证, 选择其中一个最优方案。

——按照选定的规划方案, 安排各类用地, 编制规划图表, 将规划方案具体落实到土地资源图的每一图斑上。

——制订各业生产规划纲要。

——编写土地利用规划报告。

5) 小流域土地利用规划按照 GB/T 16543.1—6—2008 第 4 章规定的方法进行。

3 小流域水土流失综合防治体系规划设计。

1) 根据小流域水土流失的空间分布特征, 在土地利用规划的基础上, 从分水岭到坡脚, 从支沟到干沟, 从沟头到沟口, 提出一套由各种水土保持措施组成的具有较高经济效益的、系统的、完整的、科学的小流域水土流失综合防治措施规划方案。

2) 按照流域水土流失的特点和土地利用规划, 合理选择不同地形部位、不同类型土地的水土保持措施, 做好各项措施的典型设计, 估算需要投入的人力、物力、资金与可能取得的效益, 提出分期实施意见, 绘制流域水土保持措施规划设计图件, 编写规划设计报告。

3) 规划设计的基本原则是: 因地制宜, 因害设防, 综合治理, 突出效益。

4) 规划设计应按以下基本要求进行:

——根据地形、土质、土地类型以及侵蚀方式与程度, 合理布设水土保持措施, 建设基本农田, 培植生物资源, 科学开发利用, 为把小流域建设成商品生

产基地打下基础。

——根据水土流失发生、发展及其空间分布规律，将各种单项治理措施有机地组合成为完整的综合防治体系，提高措施的总体防护功能。

——将对资源的开发利用与治理保护紧密结合，对尚未开发的土地合理开发，提高土地利用效率。

——将治理水土流失与群众的治穷致富结合起来，通过水土流失的治理，促进多种经营的发展。

——采用先进的施工方法进行治理，做到投资小、投劳少，见效快、效益高。

——单项措施的规格标准与技术要求根据设计确定。

- 5) 规划设计的基本步骤：在分析流域水土流失特征与土地利用规划的基础上，制定流域水土保持原则，明确治理目标（包括经济效益、生态效益和社会效益）；经过分析研究，提出措施布局的总体方案；按 GB/T 16543.1—6—2008 的有关规定，做好单项措施规划设计，估算投资与效益；论证可行性与合理性；安排实施进度，编写水土保持措施规划设计报告。

12.2.4 统计调查项目

1 治理进展情况的调查与统计。

- 1) 每年年终对流域当年完成的各项水土保持措施的规格、数量、质量、用工和投资，应进行一次全面的统计和调查，数字务求准确，并应对水土保持措施进行现场填图。
- 2) 暴雨后对水土保持各项措施被冲毁的情况应进行调查，并分析原因。
- 3) 在治理过程中若发现规划有不符实际之处或有其他缺陷，应立即研究修正。

2 社会经济情况跟踪调查。

- 1) 主要包括流域逐年或阶段的土地利用情况, 各类土地生产情况, 人口、劳力、畜力、农业技术装备及水土保持科学技术推广应用情况, 燃料、饲料、肥料供需情况, 商品生产、成本、收益与群众生活水平等。
- 2) 对农户经济动态情况必须采用抽样观测的方法。
 - 抽样: 根据需要与可能, 可选用简单随机抽样或分层随机抽样的方法, 确定典型观测(或调查)户。
 - 观测: 对每个典型户全年生产投入、成本收益、产品消费、商品购销等全部经济活动, 如实地做出详细记载, 并按相应的数理统计方法进行资料的整理分析。
- 3) 流域内联户或集体经营的项目, 应建立健全会计账目, 据以进行成本、收益、分配等方面的统计、核算。
- 4) 流域土地利用情况, 应通过全面调查填图逐一量测统计。

12.2.5 水沙动态监测应符合下列规定:

1 观测项目有以下几点:

- 1) 在全流域布设雨量站, 观测流域全年降水量。
- 2) 在流域有代表性的坡地上布设径流场, 观测各项治坡措施的蓄水保土作用。
- 3) 在流域有代表性的淤地坝和小水库中设置水尺, 观测蓄水量和泥沙淤积量。
- 4) 在流域出口布设控制断面, 观测输出的径流泥沙。

2 各个项目观测场地的布设和观测方法, 应按照第4~8章的规定进行。

12.2.6 资料整理与效益分析

1 每年年终和试验结束, 应将流域观测调查的各项资料进行系统整理, 整理结果用图表等形式表示, 以便分析应用。各种资料的整理要求如下:

- 1) 流域治理资料：要求得出当年和历年完成的以及目前实际保存的各项水土保持措施数量和投工投资。
- 2) 流域各业生产资料：要求得出当年和历年土地利用及农林牧副渔各业的产量、产值和投工投资数量，成本、收益以及产品的消费交换与储备情况。
- 3) 降雨、径流观测调查资料：要求得出历次、当年和历年降水产生的径流和泥沙的数量。

2 效益分析。每年年终和试验结束，应对流域的综合治理效益进行分析。分析方法按照 GB/T 16543.1—6—2008 的有关规定进行。

3 试验结束或告一段落，应在资料整理分析的基础上，编写试验研究总结报告，报告应包括以下内容：

- 1) 小流域水土资源状况及其开发利用方向的确定。
 - 2) 小流域土地利用结构的论证，调整土地利用结构的方法、途径、措施及其效果。
 - 3) 小流域水土流失综合治理方案的论证，为实现水土保持规划所采取的技术经济措施及其效果。
 - 4) 历年投资、投工及完成的各项水土保持措施的数量和质量情况，治理程度和治理造价。
 - 5) 治理的经济效益、生态效益和社会效益。
 - 6) 试验成果评价。
 - 7) 今后进一步试验研究的意见。
- 4 建立档案制度，保管好小流域综合治理观测、试验资料。

13 水土保持数据管理

13.1 资料整编刊布

13.1.1 各试验站（所），按照试验研究计划收集、观测、调查的各种原始资料，应于每年年终进行系统地整理、整编，严格审查，保证准确无误。可在科学研究和经济建设工作中直接采用的技术资料、有长期使用价值的技术资料，还应在整编审查之后，予以汇编刊布。

13.1.2 整编刊印范围应包括：各试验站（所）整编刊布的技术资料应包括：为研究水土流失规律、各单项水土保持措施效益、小流域综合治理效益而观测的降水、流量、含沙量、土壤含水量、陆面蒸发量、水面蒸发量和气象资料。其他无独立使用价值的短期资料，以及作为器具、测验方法性的试验资料，整理出来作为分析研究和鉴定工作依据，可不必刊布。

13.1.3 资料的整编刊布，从原始资料到印制成册，应经过以下3个工作阶段：

1 初步整编。在对原始资料严格校核的基础上编制各种观测试验资料图表。

2 审查。抽出30%的成果，进行全面和综合性的检查。消除大的错误，校核全部统计数字，编制综合图表。

3 汇编刊印。编制“说明资料”，修饰图表说明文字，编排图表刊印次序，送厂排印。

汇刊只有一个试验站（所）的资料，上述3个阶段的工作均应由该试验站（所）组织力量完成；汇刊包括一个省或一个流域几个试验站（所）的资料，则初步整编工作由各站（所）自行完成，审查工作由省或流域机构主持，组织有关站（所）人员参加，共同完成。汇编刊印工作，则由省或流域机构负责完成。

13.1.4 资料成果的质量应符合以下规定：

1 初步整编成果，应考证清楚，方法正确，图表完整，字迹清晰，无系统性的错误，数字错误率不超过 1/2000。

2 经过审查后的整编成果，应达到项目齐全，资料合理，说明完备，规格统一，数字错误率不超过 1/5000，特征统计值无错误。

3 刊印的清样，数字错误率应小于 1/10000。

资料整编刊印各阶段工作中的一些方法、技术标准、技术要求和注意事项，按照水利部水文局编制的《水文测验试行规范》(1975 年版)中的有关规定执行。

13.2 专题技术档案

13.2.1 每个试验研究课题完成后，课题负责人应系统全面地收集、整理能真实反映试验研究全过程的技术文件材料，建立专题技术档案，交档案部门保存。

13.2.2 应当归档的技术材料（不仅包括取得成功的科研文件材料，也包括失败的科研文件材料），应包括以下内容：

- 1 试验研究课题提出过程的文字材料。
- 2 开题报告，计划任务书，试验设计，年度实施计划。
- 3 试验研究合同的协议书。
- 4 研究报告，论文，专著，阶段工作报告和总结报告。
- 5 观测、调查的各种原始记录，经过整理的数据和实验报告。
- 6 各种实物、标本和样品目录。
- 7 试验研究过程中设计的图纸，摄制的照片、录像、录音带，绘制的地图等。
- 8 研究成果鉴定评价和有关推广材料。
- 9 有关的国内外调查研究材料。

13.2.3 划分密级。试验研究成果在整理过程中，应按国家规定划分密级，一般划分绝密、机密和秘密 3 级。资料中的保密部分，应清楚地标明。各种密级划分应符合下列规定：

1 绝密。与国防有关，涉及国家安全和关系国家经济利益的科学技术资料，以及我国特有的技术资料。该资料一旦外泄会使国家遭受严重危害和重大损失或失去某种优势的技术资料。

2 机密。达到或超过国际水平的或我国特有的科技资料。该资料一旦外泄会使国家遭受较大损失。

3 秘密。达到国内先进水平，一旦外泄会使国家遭受损失的科技资料。

13.3 成果汇刊

13.3.1 各试验站（所）每年或每隔3~5年应将本站（所）所取得的试验研究成果（包括试验研究报告、论文、专著等）进行汇编刊布。汇编刊布的试验研究成果应为对社会主义经济建设和科学研究有一定价值和意义的文献资料。凡获得成果奖、推广奖、优秀论文奖和在各种刊物上公开发表以及在各级学术会议上宣读过的成果文献，均可汇编刊布，不宜公开刊布的文献资料，可作为内部资料处理。

13.3.2 汇编刊印试验研究成果，应抽调出业务水平较高的科技人员组成汇编小组负责。小组的任务是收集、筛选、审改拟汇刊的成果文献。汇编时对一些论著，在文字方面可作删改，学术观点未征得原作者同意不得改动。

附录 A 观测项目记录单位

表 A-1 观测项目记录单位及取用位数规定

观测项目	单 位	取用位数	备注
降水量, 蒸发量	毫米, mm	小数一位	不足 0.05 记 0.0
日照时数	小时, h	小数一位	
相对湿度	百分率, %	整 数	
树冠截留量	毫米, mm	小数一位	
气温、水温、地温	摄氏度, °C	小数一位	
土壤容重	克/厘米 ³ , g/cm ³	小数二位	
土壤孔隙率	百分率, %	小数一位	
土壤含水率	百分率, %	小数一位	
土壤含水量	毫米, mm	小数一位	
入渗率	毫米/分钟, mm/min	小数二位	
郁闭度、覆盖度	百分率, %	整 数	
枯落物容水量	毫米, mm	小数一位	
高 程	米, m	小数三位	
水 位	米, m	流域控制断面小数二位, 量水建筑物小数三位	
地下水位	米, m	小数二位	
流 速	米/秒, m/s	小数三位	
流 量	米 ³ /秒, m ³ /s	三位有效数字 小数不超过五位	
风 速	米/秒, m/s	整 数	
径流深	毫米, mm	小数二位	
含沙量	千克/米 ³ , kg/m ³	小数三位	
粒 径	毫米, mm	小数四位	
侵蚀深度	毫米, mm	小数二位	
侵蚀量	吨/公里 ² , t/km ²	整 数	
树 高	米, m	小数二位	
树 径	厘米, cm	小数一位	
作物产量	千克/亩, kg/亩	整 数	

附录 B 记录表格

表 B-1 试验流域土地坡度组成及利用现状调查表

年 月 日

乡(镇)、 村	地质 特征	地面 组成 物质	坡度组成 (%)						土地利用现状 (hm ²)														备注		
			<5°	5°~15°	15°~25°	25°~35°	>35°	小计	农地			林地			草地			果园	水域	荒草 地	其他 用地	未利 用地		合计	
									梯 田	经济 作物	小 计	天然	人 工	小 计	天然	人 工	小 计								

表 B-2 试验流域土地、人口、劳力情况调查表

年 月 日

[illegible]

表 B-3 试验流域农业经济情况调查表

年 月 日

乡(镇)、 村	粮 食 生 产												年 产 值 (万 元)					年 产 值 比 例 (%)					人均 粮食 (kg/ 人)	人均 年 产 值 (元/ 人)	人均 年 收 入 (元/ 人)	备 注		
	坝 地			梯 田			坡 耕 地			合 计			农 业	林 果 业	牧 业	工 副 业	渔 业	合 计	农 业	林 果 业	牧 业	工 副 业					渔 业	合 计
	面 积 (hm ²)	单 产 量 (kg/hm ²)	总 产 量 (万 kg)	面 积 (hm ²)	单 产 量 (kg/ hm ²)	总 产 量 (万 kg)	面 积 (hm ²)	单 产 量 (kg/hm ²)	总 产 量 (万 kg)	面 积 (hm ²)	单 产 量 (kg/hm ²)	总 产 量 (万 kg)																

表 B-4 试验流域水土流失情况调查表

年 月 日

[illegible]

表 B-5 试验流域水土保持工程措施现状调查表

年 月 日

地点名称	地块编号	淤地坝		拦沙坝		谷坊			蓄水塘坝		涝池		水窖		沟头防护		截流沟 (m)	源边埂 (m)	梯田				引洪漫地		水平沟 (m)	水平阶 (hm ²)	鱼鳞坑 (hm ²)	其他
		座数	总库容 (万 m ³)	总淤地面积 (hm ²)	座数	总库容 (万 m ³)	土谷坊 (座)	石谷坊 (座)	生物谷坊 (座)	座数	总库容 (m ³)	座数	总库容 (m ³)	座数	总容 积 (m ²)	数量 (处)			沟埂长 (m)	水平 (hm ²)	坡式 (hm ²)	隔坡 (hm ²)	反坡 (hm ²)	数量 (处)				

中华人民共和国水利行业标准

水土保持试验规程

SL 419—2007

替代 SD 239—87

条 文 说 明

目 次

4 泥石流、滑坡试验	129
------------------	-----

4 泥石流、滑坡试验

4.1.5

5 虚泥位是由于泥浆和石块飞溅后由超声波测量到的飞溅高度。同样刻度尺测量时也存在真实泥位和虚泥位的判识。

4.3.6 滑坡体原位观测

1 动力触探：需要的仪器设备、试验过程与方法、资料整理等请详细参阅《工程地质手册》（第四版）。

2 静力触探：需要的仪器设备、试验过程与方法、资料整理等请详细参阅《工程地质手册》（第四版）。

3 大剪仪法：使用的仪器设备、试验过程与方法、资料整理等请详细参阅《工程地质手册》（第四版）。

4 水平推剪试验：设计要点和资料整理请参阅《工程地质手册》（第四版）。