



ICS 65.020.10

B 11



中华人民共和国国家标准

**P**

**GB/T 15774—1995**

---

# 水土保持综合治理 效益计算方法

**Method of benefit calculation  
for comprehensive control of soil erosion**

1995-12-08 发布

1996-07-01 实施

---

国家技术监督局 发布

## 目 次

前言	(2)
1 范围	(3)
2 效益计算的分类	(3)
3 基本规定	(4)
4 水土保持基础效益的计算	(5)
5 水土保持经济效益的计算	(8)
6 水土保持社会效益的计算	(10)
7 水土保持生态效益的计算	(13)
附录 A(标准的附录) 各项治理措施效益测定方法	(16)
附录 B(标准的附录) 单项措施增产量与增产值的计算	(18)
附录 C(标准的附录) 水土保持减沙效益的计算	(21)
附录 D(提示的附录) 基本农田节约土地和劳工计算示例	(24)
附录 E(提示的附录) 降雨影响减沙量 ( $\Delta S_r$ ) 的计算	(25)

## 前 言

本标准系列共分四项:第一项《水土保持综合治理 规划通则》,第二项《水土保持综合治理技术规范》,第三项《水土保持综合治理 验收规范》,第四项《水土保持综合治理 效益计算方法》。本标准是上述系列中的第四项。

本标准系列的四项出版后,将全部代替 1988 年出版的中华人民共和国水利电力部部标准《水土保持技术规范》SD 238—87。

本标准系列负责起草单位:水利部水土保持司,参加起草单位:黄河水利委员会黄河上中游管理局、黄河水利委员会农村水利水土保持局、长江水利委员会水土保持局、松辽水利委员会农田水利处、珠江水利委员会农田水利处、海河水利委员会农田水利处、淮河水利委员会农田水利处。

本标准主要起草人:焦居仁、刘万铨、徐传早、佟伟力、宁堆虎。

中华人民共和国国家标准

水土保持综合治理效益计算方法

GB/T 15774—1995

Method of benefit calculation  
for comprehensive control of soil erosion

1 范围

本标准规定了水土保持综合治理效益计算的原则、内容和方法。关于水土保持预防、监督的效益将另外制定计算标准。

本标准适用于水蚀地区和水蚀与风蚀交错地区小流域水土保持综合治理的效益计算,同时在大、中流域和不同范围行政单元(省、地区、县、乡、村)的水土保持综合治理效益计算中也可采用。

本标准对水土保持效益的计算,首先用于弄清治理现状的效益,为治理现状调查和治理成果验收服务;在此基础上,可用于水土保持规划中的效益预测。

2 效益计算的分类

本标准规定的水土保持综合治理效益,包括基础效益(保水、保土)、经济效益、社会效益和生态效益等四类。四者间的关系是:在保水、保土效益的基础上,产生经济效益、社会效益和生态效益。四类效益的计算内容见表 1。

表 1 水土保持综合治理效益分类与计算内容表

效益分类	计 算 内 容	计 算 具 体 项 目
基 础 效 益	保水(一) 增加土壤入渗	1. 改变微地形增加土壤入渗
		2. 增加地面植被增加土壤入渗
		3. 改良土壤性质增加土壤入渗
	保水(二) 拦蓄地表径流	1. 坡面小型蓄水工程拦蓄地表径流
		2. “四旁”小型蓄水工程拦蓄地表径流
		3. 沟底谷坊坝库工程拦蓄地表径流
	保土(一) 减轻土壤侵蚀(面蚀)	1. 改变微地形减轻面蚀
		2. 增加地面植被减轻面蚀
		3. 改良土壤性质减轻面蚀
	保土(二) 减轻土壤侵蚀(沟蚀)	1. 制止沟头前进减轻沟蚀
		2. 制止沟底下切减轻沟蚀
		3. 制止沟岸扩张减轻沟蚀
	保土(三) 拦蓄坡沟泥沙	1. 坡面小型蓄水工程拦蓄泥沙
		2. “四旁”小型蓄水工程拦蓄泥沙
		3. 沟底谷坊坝库工程拦蓄泥沙

表 1(完)

效益分类	计算内容	计算具体项目
经济效益	直接经济效益	1. 增产粮食、果品、饲草、枝条、木材
		2. 上述增产各类产品相应增加经济收入
		3. 增加的收入超过投入的资金(产投比)
		4. 投入的资金可以定期收回(回收年限)
	间接经济效益	1. 各类产品就地加工转化增值
		2. 种基本农田比种坡耕地节约土地和劳工
		3. 人工种草养畜比天然牧场节约土地
社会效益	减轻自然灾害	1. 保护土地不遭沟蚀破坏与石化、沙化
		2. 减轻下游洪涝灾害
		3. 减轻下游泥沙危害
		4. 减轻风蚀与风沙危害
		5. 减轻干旱对农业生产的威胁
		6. 减轻滑坡、泥石流的危害
	促进社会进步	1. 改善农业基础设施,提高土地生产率
		2. 剩余劳力有用武之地,提高劳动生产率
		3. 调整土地利用结构,合理利用土地
		4. 调整农村生产结构,适应市场经济
		5. 提高环境容量,缓解人地矛盾
		6. 促进良性循环、制止恶性循环
		7. 促进脱贫致富奔小康
生态效益	水圈生态效益	1. 减少洪水流量
		2. 增加常水流量
	土圈生态效益	1. 改善土壤物理化学性质
		2. 提高土壤肥力
	气圈生态效益	1. 改善贴地层的温度、湿度
		2. 改善贴地层的风力
	生物圈生态效益	1. 提高地面林草被覆程度
		2. 促进野生动物繁殖

### 3 基本规定

#### 3.1 效益计算的数据资料来源

水土保持效益计算,以观测和调查研究的数据资料为基础,采用的数据资料必须经过分析、核实,做到确切可靠,才能纳入计算。

**3.1.1** 观测资料,由水土保持综合治理小流域内直接布设试验取得;计算大、中流域的效益时,除有控制性水文站进行观测外,应在流域内选若干条有代表性的小流域布设观测。如引用附近其他流域的观测资料时,其主要影响因素(地形、降雨、土壤、植被、人类活动等)应基本一致或有较好的相关性。

各项效益的观测布设与观测方法见附录 A(标准的附录)。

**3.1.2** 调查研究资料,在本流域内进行多点调查,调查点的分布,应能反映流域内各类不同情况。

**3.1.3** 无论观测资料或调查资料,都应进行综合分析,用统计分析与成因分析相结合的方法,肯定其确有代表性,然后使用。

**3.1.4** 观测资料如在时间和空间有上某些漏缺,应采取适当方法,进行插补。

**3.2** 根据治理措施的保存数量计算效益

**3.2.1** 水土保持效益中的各项治理措施数量,采用其实有保存量进行计算。对统计上报的治理措施数量,应分别不同情况,弄清其保存率,进行折算,然后采用。

**3.2.2** 小流域综合治理效益,根据正式验收成果中各项治理措施的保存数量进行计算。

**3.3** 根据治理措施的生效时间计算效益:

**3.3.1** 造林、种草有水平沟、水平阶、反坡梯田等整地工程的,其保水、保土效益,从有工程时起就可开始计算;没有整地工程的,应在林草成活、郁闭并开始有保水、保土效益时开始计算;其经济效益应在开始有果品、枝条、饲草等收入效益时,才能开始计算。

**3.3.2** 梯田(梯地)、坝地的保水、保土效益,从有工程之时起就开始计算;梯田的增产效益,在“生土熟化”后,确有增产效益时开始计算;坝地的增产效益,在坝地已淤成并开始种植后开始计算。

**3.3.3** 淤地坝和谷坊的拦泥效益,在库容淤满后就不再计算。修在原来有沟底下切、沟岸扩张位置的淤地坝和谷坊,其减轻沟蚀(巩固并抬高沟床、稳定沟坡)的效益应长期计算。

**3.4** 有条件的应对各项治理措施减少(或拦蓄)的泥沙进行颗粒组成分析,为进一步分析水土保持措施对减轻河道、水库淤积的作用提供科学依据。

## 4 水土保持基础效益的计算

水土保持的基础效益,按就地入渗、就近拦蓄和减轻沟蚀等三种情况分别计算。

**4.1** 就地入渗措施的效益计算

就地入渗的水土保持措施,包括造林、种草和各种形式的梯田(梯地),其作用包括:增加土壤入渗,减少地表径流,减轻土壤侵蚀,解决“面蚀”问题。

**4.1.1** 计算项目包括两方面:一是减少地表径流量,以立方米计;二是减少土壤侵蚀量,以吨计。

**4.1.2** 计算方法按两个步骤:第一步先求得减少径流与侵蚀的模数,第二步再计算减少径流与减少侵蚀的总量。

**4.1.2.1** 减流、减蚀模数的计算,用有措施(梯田、林、草)坡面的径流模数、侵蚀模数与无措施(坡耕地、荒坡)坡面的相应模数对比而得,其关系式如式(1)和式(2):

$$\Delta W_m = W_{mb} - W_{ma} \quad (1)$$

$$\Delta S_m = S_{mb} - S_{ma} \quad (2)$$

式中:  $\Delta W_m$ ——减少径流模数,  $m^3/hm^2$ ;

$\Delta S_m$ ——减少侵蚀模数,  $t/hm^2$ ;

$W_{mb}$ ——治理前(无措施)径流模数,  $m^3/hm^2$ ;

$W_{ma}$ ——治理后(有措施)径流模数,  $m^3/hm^2$ ;

$S_{mb}$ ——治理前(无措施)侵蚀模数,  $t/hm^2$ ;

$S_{ma}$ ——治理后(有措施)侵蚀模数,  $t/hm^2$ 。

**4.1.2.2** 各项措施减流、减蚀总量的计算,用各项措施的减流、减蚀有效面积( $hm^2$ ),与相应的减

流、减蚀模数相乘而得。其关系式如式(3)和式(4):

$$\Delta W = F_e \Delta W_m \quad (3)$$

$$\Delta S = F_e \Delta S_m \quad (4)$$

式中:  $\Delta W$ ——某项措施的减流总量,  $\text{m}^3$ ;

$\Delta W_m$ ——减少径流模数,  $\text{m}^3/\text{hm}^2$ ;

$\Delta S$ ——某项措施的减蚀总量,  $\text{t}$ ;

$F_e$ ——某项措施的有效面积,  $\text{hm}^2$ ;

$\Delta S_m$ ——减少侵蚀模数,  $\text{t}/\text{hm}^2$ 。

#### 4.1.2.3 计算减流模数( $\Delta W_m$ )与减蚀模数( $\Delta S_m$ )注意:

a) 当治理前、后的径流模数( $W_{mb}$ 与 $W_{ma}$ )和侵蚀模数( $S_{mb}$ 与 $S_{ma}$ )是从20 m(或其他长度)小区观测得来时,与自然坡长相差很大,必须考虑坡长因素影响治理前侵蚀模数的观测值偏小;

b) 一般小区上的治理措施比大面上完好,这一因素影响治理后减蚀模数的观测值偏大。

c) 二者都需采取辅助性全坡长观测和面上措施情况的调查研究,取得科学资料,进行分析,予以适当修正。

#### 4.1.2.4 减流、减蚀有效面积( $F_e$ )的确定

a) 根据计算时段内(例如10年)各项措施实施后减流、减蚀生效所需时间(年),扣除本时段内未生效时间(年)的措施面积,求得减流、减蚀有效面积。

b) 一般情况下,梯田(梯地)、保土耕作、淤地坝等当年实施当年有效;造林有整地工程的当年有效,没有整地工程的,灌木需3年以上,乔木需5年以上有效;种草第二年有效。

c) 保土耕作当年有减流、减蚀作用,可以计算;但其实施面积不能保留,不能累计;当年实施当年有效,第二年不再实施,原有实施面积不复存在,不能再计算其减流、减蚀作用。

d) 一个时段(例如10年)的治理措施,如是逐年均匀增加,则此时段的年均有效面积 $F_{ea}$ 按式(5)计算:

$$F_{ea} = \frac{1}{2} (F_{eb} + F_{ec}) \quad (5)$$

式中:  $F_{ea}$ ——时段年均有效面积,  $\text{hm}^2$ ;

$F_{eb}$ ——时段初有效面积,  $\text{hm}^2$ ;

$F_{ec}$ ——时段末有效面积,  $\text{hm}^2$ 。

## 4.2 就近拦蓄措施的效益计算

就近拦蓄措施,包括水窖、蓄水池、截水沟、沉沙地、沟头防护、谷坊、塘坝、淤地坝、小水库和引洪漫地,其作用包括拦蓄暴雨的地表径流及其挟带的泥沙,在减轻水土流失的同时,还可供当地生产、生活中利用。计算中应全面研究各项措施的具体作用。

4.2.1 计算项目包括两方面:一是减少的径流量,以立方米计;二是减少的泥沙量,以吨计。

4.2.2 计算方法。对不同特点的措施,分别采取不同的计算方法,主要有典型推算法和具体量算法两种。

4.2.2.1 典型推算法。对于数量较多而每个容量较小的水窖、涝池、谷坊、塘坝、小型淤地坝等措施,采用此法。通过典型调查,求得有代表性的单个(座)拦蓄(径流、泥沙)量,再乘上该项措施的数量,即得总量。

4.2.2.2 具体量算法。对数量较少、而每座容量较大的大型淤地坝、治沟骨干工程和小(二)型以

上小水库等措施,应采用此法。其拦蓄(径流、泥沙)量,必须到现场,逐座具体量算求得。

4.2.2.3 对未淤满以前的淤地坝、小水库,可计算其拦泥、蓄水作用;在淤满以后,如不加高,就不再计算此两项作用。淤满后的拦泥量按坝地面积折算,计算式按式(6):

$$\Delta V = \Delta m_s F_e \quad (6)$$

式中:  $\Delta V$ ——坝地拦泥总量,t;

$\Delta m_s$ ——单位面积坝地拦泥量,t/hm<sup>2</sup>;

$F_e$ ——坝地拦泥有效面积,hm<sup>2</sup>。

在一段时期内(例如  $n$  年)坝地的年均拦泥有效面积按式(7)计算:

$$F_{ea} = \frac{1}{n} (F_{ee} - F_{eb}) \quad (7)$$

式中:  $F_{ea}$ ——时段平均坝地拦泥的有效面积,hm<sup>2</sup>;

$F_{eb}$ ——时段初坝地拦泥的有效面积,hm<sup>2</sup>;

$F_{ee}$ ——时段末坝地拦泥的有效面积,hm<sup>2</sup>。

### 4.3 减轻沟蚀的效益计算

减轻沟蚀效益包括四个方面,按式(8)计算:

$$\Sigma \Delta G = \Delta G_1 + \Delta G_2 + \Delta G_3 + \Delta G_4 \quad (8)$$

式中:  $\Delta G_1$ ——沟头防护工程制止沟头前进的保土量,m<sup>3</sup>;

$\Delta G_2$ ——谷坊、淤地坝等制止沟底下切的保土量,m<sup>3</sup>;

$\Delta G_3$ ——稳定沟坡制止沟岸扩张的保土量,m<sup>3</sup>;

$\Delta G_4$ ——塬面、坡面水不下沟(或少下沟)以后减轻沟蚀的保土量,m<sup>3</sup>。

这四个方面的作用,分别采取不同的计算方法。算得保土量后都应将立方米折算为吨。

4.3.1 制止沟头前进效益( $\Delta G_1$ )的计算。对于治理后不再前进的沟头,应通过调查和量算,求得未治理前若干年内平均每年沟头前进的长度(m)和相应的宽度(m)与深度(m),从而算得治理前平均每年损失的土量(m<sup>3</sup>),即为治理后平均每年的减蚀量(或保土量)。

4.3.2 制止沟底下切效益( $\Delta G_2$ )的计算。对于治理后不再下切的沟底,应通过调查和量算,求得在治理前若干年内每年沟底下切深度(m)和相应的长度(m)与宽度(m),从而算出治理前平均每年损失的土量(m<sup>3</sup>),即为治理后制止沟底下切的减蚀量(或保土量)。

4.3.3 制止沟岸扩张效益( $\Delta G_3$ )的计算。对于治理后不再扩张的沟岸,应通过调查和量算,求得在治理前若干年内平均每年沟岸扩张的长度(顺沟方向,m)、高度(从岸边到沟底,m)、厚度(即对沟壑横断面加大的宽度(m),从而算得治理前平均每年损失的土量(m<sup>3</sup>),即为治理后平均每年的减蚀量(或保土量)。

4.3.4 水不下沟对减轻沟蚀效益( $\Delta G_4$ )的计算。根据不同的资料情况,分别采取直接运用观测成果和流域减蚀总量反求两种不同的计算方法。

4.3.4.1 在布设了水不下沟对减轻沟蚀试验观测的小流域,采取直接运用观测成果进行计算;但其计算成果,应与全流域减蚀总量的计算成果互相校核,取得协调。

4.3.4.2 在没有布设上述试验观测的小流域,可采用流域减蚀总量反求的方法,按式(9)计算:

$$\Delta G_4 = \Delta S - \Sigma \Delta S_i \quad (9)$$

式中:  $\Delta G_4$ ——水不下沟减轻的沟蚀量,m<sup>3</sup>;

$\Delta S$ ——流域出口处测得的减蚀总量,m<sup>3</sup>;

$\Sigma \Delta S_i$ ——流域内各项措施计算减蚀量之和,  $m^3$ 。

**4.3.4.3** 采用上述关系式计算时,应符合以下条件:

- a)  $\Delta S$  的观测和  $\Sigma \Delta S_i$  的计算必须准确(误差不超过  $\pm 20\%$ )。
- b) 流域内没有较大的其他天然冲淤变化影响;或者虽有这样的变化,但已通过专门计算,消除了其影响。

## 5 水土保持经济效益的计算

### 5.1 经济效益的类别与性质

水土保持的经济效益,有直接经济效益与间接经济效益两类,分别采取不同的计算方法。

**5.1.1 直接经济效益。**包括实施水土保持措施土地上生长的植物产品(未经任何加工转化)与未实施水土保持措施的土地上的产品对比,其增产量和增产值,按以下几方面进行计算;

- a) 梯田、坝地、小片水地、引洪漫地、保土耕作法等增产的粮食与经济作物;
- b) 果园、经济林等增产的果品;
- c) 种草、育草和水土保持林增产的饲草(树叶与灌木林间放牧)和其他草产品;
- d) 水土保持林增产的枝条和木材蓄积量<sup>①</sup>。

**5.1.2 间接经济效益。**在直接经济效益基础上,经过加工转化,进一步产生的经济效益,其主要内容包括以下两方面:

- a) 基本农田增产后,促进陡坡退耕,改广种薄收为少种高产多收,节约出的土地和劳工,计算其数量和价值,但不计算其用于林、牧、副业后增加的产品和产值。
- b) 直接经济效益的各类产品,经过就地一次性加工转化后提高的产值(如饲草养畜、枝条编筐、果品加工、粮食再加工等),计算其间接经济效益。此外的任何二次加工,其产值不应计入。

### 5.2 直接经济效益的计算

以单项措施增产量与增产值的计算为基础,将各个单项措施算得的经济效益相加,即为综合措施的经济效益。

单项措施经济效益的计算,包括以下五个步骤:

**5.2.1 单位面积年增产量 ( $\Delta p$ ) 与年毛增产值 ( $z$ ) 和年净增产值 ( $j$ ) 的计算。**

**5.2.2 治理(或规划)期末,有效面积 ( $F_e$ )、上年增产量 ( $\Delta P_e$ ) 与年毛增产值 ( $Z_e$ ) 和年净增产值 ( $J_e$ ) 的计算。**

**5.2.3 治理(或规划)期末,累计有效面积 ( $F_t$ )、上累计增产量 ( $\Delta P_t$ ) 与累计毛增产值 ( $Z_t$ ) 和累计净增产值 ( $J_t$ ) 的计算。**

**5.2.4 措施全部充分生效时,有效面积 ( $F_t$ )、年增产量 ( $\Delta P_t$ ) 与年毛增产值 ( $Z_t$ ) 和年净增产值 ( $J_t$ ) 的计算。**

**5.2.5 措施全部充分生效时,累计有效面积 ( $F_t$ )、上累计增产量 ( $\Delta P_t$ ) 与累计毛增产值 ( $Z_t$ ) 和累计净增产值 ( $J_t$ ) 的计算。**

通过 5.2.1、5.2.2、5.2.4 三项的计算,了解该措施一年内的增产能力;通过 5.2.3 与 5.2.5 两项的计算,了解在某一阶段已有的实际增产效益。

五个步骤的具体计算方法见附录 B(标准的附录)。

### 5.3 产投比与回收年限的计算

<sup>①</sup> 木材蓄积量只增加固定资产,不增加现金收入。



根据上述 5.2.1、5.2.3、5.2.5 三项增产效益的计算成果,与相应的单位面积(或实施面积)基本建设投资作对比,可分别算得三项不同的产投比。

在运用 5.2.1 计算成果,算得单位面积上产投比的基础上,进一步计算基本建设投资的回收年限。

**5.3.1 单项措施单位面积的产投比与回收年限采取以下两个步骤计算。**

**5.3.1.1 计算产投比 ( $K$ )**

$$K = j/d \quad (10)$$

式中:  $j$ ——单项措施生效年单位面积的净增产值,元/hm<sup>2</sup>;

$d$ ——单项措施单位面积的基本建设投资,元/hm<sup>2</sup>。

**5.3.1.2 计算基本建设投资回收年限 ( $H$ ):**

$$H = m + d/j = m + 1/K \quad (11)$$

式中:  $m$ ——该项措施生效需时,年。

式(10)算得的产投比  $K$ ,只有一年的增产效益。未能全面反映水土保持的一次基建投资后若干年内应有的增产效益。

**5.3.2 措施实施期末的产投比 ( $K_r$ ),采用以下步骤计算。**

**5.3.2.1 基本建设总投资 ( $D$ ) 的计算:**

$$D = Fd = nfd \quad (12)$$

式中:  $F$ ——该项措施实施总面积,hm<sup>2</sup>;

$f$ ——该项措施年均实施面积,hm<sup>2</sup>;

$n$ ——该项措施实施期,年。

**5.3.2.2 累计净增产 ( $J_r$ ) 值的计算:**

$$J_r = F_r j = fR_j \quad (13)$$

式中:  $F_r$ ——该项措施累计有效面积,hm<sup>2</sup>;

$R$ ——该项措施累计有效面积系数。

**5.3.2.3 产投比 ( $K_r$ ) 的计算:**

$$K_r = J_r/D = \frac{fR_j}{nfd} = \frac{R_j}{nd} \quad (14)$$

**5.3.3 全部措施生效时的产投比 ( $K_u$ ),采取以下步骤计算。**

**5.3.3.1 基本建设总投资 ( $D$ ) 的计算:**

$$D = nfd \quad (15)$$

**5.3.3.2 累计净增产值 ( $J_u$ ) 的计算:**

$$J_u = F_u j = fR_u j \quad (16)$$

式中:  $F_u$ ——该项措施全部生效时累计有效面积,hm<sup>2</sup>;

$R$ ——该项措施全部生效时累计有效面积系数。

**5.3.3.3 产投比 ( $K_u$ ) 的计算**

$$K_u = J_u/D = fR_u j/nfd = R_u j/nd \quad (17)$$

上述计算中,  $j$ 、 $J_r$ 、 $J_u$ 、 $f$ 、 $F_r$ 、 $F_u$ 、 $R$ 、 $R_u$  等值的求得,详见附录 B(标准的附录)。

**5.3.4 各类治理措施经济效益总的计算年限,根据不同类型地区(水热条件不同)的措施条件(梯田、坝地、林、草)和实施(或规划)主持单位的要求,分别确定不同的经济效益计算年限,本标准不作统一规定。**

**5.4 间接经济效益的计算**

水土保持的间接经济效益,主要有以下两类,分别采取不同的计算要求和方法:

a) 对水土保持产品(饲草、枝条、果品、粮食等)在农村当地分别用于饲养(牲畜、蜂、蚕等)、编织(筐、席等)、加工(果脯、果酱、果汁、糕点等)后,其提高产值部分,可计算其间接经济效益,但需在加工转化以后,结合当地牧业、副业生产情况进行计算,本标准不规定其计算方法。

b) 对建设基本农田与种草,提高了农地的单位面积产量和牧地的载畜量,由于增产而节约出的土地和劳工,应计算其间接经济效益,本标准着重规定此类效益的计算方法。

**5.4.1 基本农田(梯田、坝地、引洪漫地等)间接经济效益按如下方法进行计算。**

**5.4.1.1 计算节约的土地面积  $\Delta F$  ( $\text{hm}^2$ )**

$$\Delta F = F_b - F_a = V/P_b - V/P_a \quad (18)$$

式中:  $V$ ——需要的粮食总产量,kg;

$F_b$ ——需坡耕地的面积, $\text{hm}^2$ ;

$F_a$ ——需基本农田的面积, $\text{hm}^2$ ;

$P_b$ ——坡耕地的粮食单位面积产量, $\text{kg}/\text{hm}^2$ ;

$P_a$ ——基本农田的粮食单位面积产量, $\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

**5.4.1.2 计算节约的劳工  $\Delta E$  (工日)**

$$\Delta E = E_b - E_a = F_b e_b - F_a e_a \quad (19)$$

式中:  $e_b$ ——种坡耕地单位面积需劳工,工日/ $\text{hm}^2$ ;

$e_a$ ——种基本农田单位面积需劳工,工日/ $\text{hm}^2$ ;

$E_b$ ——种坡耕地总需劳工,工日;

$E_a$ ——种基本农田总需劳工,工日。

节约出的土地和劳工,只按规定单价计算其价值,不再计算用于林、牧等业的增产值。

**5.4.1.3 由于坡耕地修成基本农田而导致节约土地和劳工的计算示例,见附录 D(提示的附录)。**

**5.4.2 种草的间接经济效益,分别计算其以草养畜和提高载畜量节约土地两方面。**

**5.4.2.1 以草养畜。**只计算增产的饲草可饲养的牧畜数量(或折算成羊单位),以及这些牧畜出栏后,肉、皮、毛、绒的单价,不再计算畜产品加工后提高的产值。种草养畜的效益,应结合当地畜牧业生产计算,本标准不作具体规定。

**5.4.2.2 提高土地载畜量,节约牧业用地,采取式(20)进行计算。**

$$\Delta F = F_b - F_a = V/P_b - V/P_a \quad (20)$$

式中:  $V$ ——发展牧畜总需饲草量,kg;

$P_b$ ——天然草地单位面积产草量, $\text{kg}/\text{hm}^2$ ;

$P_a$ ——人工草地单位面积产草量, $\text{kg}/\text{hm}^2$ ;

$F_b$ ——天然草地总需土地面积, $\text{hm}^2$ ;

$F_a$ ——人工草地总需土地面积, $\text{hm}^2$ 。

## 6 水土保持社会效益的计算

**6.1 水土保持的社会效益,有以下两方面**

**6.1.1 减轻自然灾害。**其效益有的在当地,有的在治理区下游。包括:

- 减轻水土流失对土地的破坏(沟蚀割切并吞蚀土地,面蚀使土地“石化”、“沙化”);
- 减轻沟道、河流的洪水、泥沙危害;

- c) 减轻风蚀与风沙危害;
- d) 减轻干旱对农业生产的威胁;
- e) 减轻滑坡、泥石流的危害。

#### 6.1.2 促进社会进步。其效益主要在治理区当地。包括:

- a) 完善农业基础设施,提高土地生产率,为实现优质、高产、高效的大农业奠定基础;
- b) 使农村剩余劳力有用武之地,得到高效利用,提高劳动生产率;
- c) 调整土地利用结构与农村生产结构,使人口、资源、环境与经济发展走上良性循环;
- d) 促进群众脱贫致富奔小康;
- e) 提高环境容量,缓解人地矛盾;
- f) 改善群众生活条件,改善农村社会风尚,提高劳动者素质。

6.1.3 上述两方面效益,有条件的都应进行定量计算;不能作定量计算的,根据实际情况作定性描述。

### 6.2 减轻自然灾害的效益计算

#### 6.2.1 保护土地免遭水土流失破坏的年均面积( $\Delta f$ ),按式(21)进行计算:

$$\Delta f = f_b - f_a \quad (21)$$

式中:  $f_b$ ——治理前年均损失的土地,  $\text{hm}^2$ ;

$f_a$ ——治理后年均损失的土地,  $\text{hm}^2$ 。

由于水土流失损失的土地,包括沟蚀破坏地面和面蚀使土地“石化”、“沙化”。 $f_b$ 与 $f_a$ 数值都通过调查取得。

#### 6.2.2 减轻洪水危害的计算,需经下述步骤:

6.2.2.1 用 7.2.1 所述计公式(24)算得治理后与治理前一次暴雨情况相近条件下,流域不同的洪水总量( $W_{a1}$ 与 $W_{b1}$ )。

6.2.2.2 根据计算区自然地理条件,分别算得上述治理后与治理前不同洪水总量相应的洪峰流量( $Q_a$ 与 $Q_b$ )和相应的最高洪水位( $H_a$ 与 $H_b$ )。

6.2.2.3 调查  $H_a$ 与 $H_b$ 水位以下的耕地、房屋等财产,折算为人民币(元),分别计算出治理后与治理前两次不同洪水的淹没损失,从而计算减轻洪水危害的经济损失( $\Delta X$ )。

$$\Delta X = X_b - X_a \quad (22)$$

式中:  $X_b$ ——治理前洪水淹没损失,元;

$X_a$ ——治理后洪水淹没损失,元。

#### 6.2.3 减少沟道、河流泥沙的计算

根据观测与调查资料,用水文资料统计分析法(简称水文法)与单项措施效益累加法(简称水保法)分别进行计算,并将两种方法的计算结果互相校核验证,要求二者间的差值不超过 20 %。

具体计算方法见附录 C(标准的附录)。

#### 6.2.4 减轻风沙危害的效益计算

在风沙区和其他有严重风蚀和风沙危害的地区,计算以下三个方面水土保持效益。

- a) 保护现有土地不被沙化;
- b) 改造原有沙地为农林牧生产用地;
- c) 减轻风暴,保护生产和交通等。

##### 6.2.4.1 保护现有土地不被沙化的面积按式(23)计算:

$$\Delta f = f_b - f_a \quad (23)$$

式中:  $4f$ ——保护土地不被沙化的面积,  $\text{hm}^2$ ;  
 $f_b$ ——治理前每年沙化损失的面积,  $\text{hm}^2$ ;  
 $f_a$ ——治理后每年沙化损失的面积,  $\text{hm}^2$ 。

$f_b$  与  $f_a$  的数值, 都通过调查取得。

#### 6.2.4.2 改造原有沙地为农林牧生产用地的效益计算, 包括以下两方面内容:

a) 通过造林种草、固定沙丘, 使之不再流动, 当林草覆盖度达 50 % 以上, 枝叶可以利用时, 即可计算为生产用地。

b) 用引水拉沙的办法, 把沙丘改造为农田, 计算新增生产用地。

以上两方面效益都根据治理措施经正式验收的面积进行计算。

#### 6.2.4.3 减轻风暴、保护生产、交通等效益计算:

a) 减轻风暴的计算。根据调查资料, 了解治理前、后风暴的天数和风力, 进行治理前后对比, 计算治理后减少风暴的时间(天数)和程度(风力)。

b) 保护现有耕地正常生产的效益, 根据调查资料, 按以下两个步骤进行计算。

1) 计算治理前由于风沙危害损失的劳工、种籽、产量;

2) 计算治理后由于减轻风沙危害所节省的劳工、种籽、产量。

以上二者都折算为人民币(元)。

c) 减轻风沙对交通危害的效益计算。根据观测或调查资料, 按以下两个步骤进行计算。

1) 计算治理前每年由于风沙埋压影响交通的里程(km)和时间(天), 清理压沙恢复交通所耗的人力(工日)和经费(元);

2) 计算治理后由于减轻风沙危害所减少的各项相应损失, 折算为人民币(元)。

#### 6.2.5 减轻干旱旱害的效益计算

在当地发生旱情(或旱灾)时进行调查。用梯田(梯地)、坝地、引洪漫地、保土耕作法等有水土保持措施农地的单位面积产量( $\text{kg}/\text{hm}^2$ )与无水土保持措施坡耕地的单位面积产量( $\text{kg}/\text{hm}^2$ )进行对比, 计算其抗旱增产作用。

#### 6.2.6 减轻滑坡、泥流危害的效益计算

在滑坡、泥石流多发地区进行调查, 选有治理措施地段与无治理措施地段, 分别了解其危害情况(土地、房屋、财产等损失, 折合为人民币)进行对比, 计算治理的效益。

### 6.3 促进社会进步的效益计算

#### 6.3.1 提高土地生产率的计算

提高土地生产率的计算分各业用地和总土地面积两方面。

6.3.1.1 调查统计治理前和治理后的农地、林地、果园、草地等各业土地的单位面积实物产量( $\text{kg}/\text{hm}^2$ ), 进行对比, 分别计算其提高土地生产率情况。

6.3.1.2 以整个治理区的土地总面积( $\text{km}^2$ )为单元, 调查统计治理前和治理后的土地总产值(元), 进行对比, 计算其提高的土地生产率(元/ $\text{km}^2$ )。

#### 6.3.2 提高劳动生产率的计算

提高劳动生产率的计算分粮食生产和农村各业总产两方面。

6.3.2.1 调查统计治理前和治理后的全部农地(面积可能有变化)从种到收需用的总劳工(工日)所获得的粮食总产量(kg), 从而求得治理前和治理后单位劳工生产的粮食( $\text{kg}/\text{工日}$ ), 进行对比, 计算其提高的劳动生产率。

6.3.2.2 以整个治理区为单元, 调查统计治理前与治理后农村各业(农、林、牧、副、渔、第三产业

等)的总产值(元)和投入的总劳工(工日),从而求得治理前与治理后单位劳工的产值(元/工日),进行对比,计算其提高的劳动生产率。

### 6.3.3 改善土地利用结构与农村生产结构的计算

以整个治理区为单元,分土地利用结构与农村生产结构两方面。

**6.3.3.1** 调查统计治理前与治理后农地、林地、牧地、其他用地、未利用地等的面积( $\text{hm}^2$ )和各类用地分别占土地总面积的比例(%),进行对比,并分析未调整前存在的问题和调整后的合理性。

**6.3.3.2** 调查统计治理前与治理后农业(种植业)、林业、牧业、副业、渔业、第三产业等分别的年产值(元)和各占总产值的比例(%),进行对比,并分析未调整前存在的问题与调整后的合理性。

### 6.3.4 促进群众脱贫致富奔小康的计算

以整个治理区为单元,分总体与农户两方面。

**6.3.4.1** 调查统计治理前与治理后全区人均产值与纯收入(元/人),进行对比,并用国家和地方政府规定的脱贫与小康标准衡量,确定全区贫、富、小康状况的变化。

**6.3.4.2** 根据国家和地方政府规定的标准,调查统计治理前后区内的贫困户、富裕户、小康户的数量(户),进行对比,说明其变化。

### 6.3.5 提高环境容量的计算

以整个治理区为单元,分人与牲畜两方面。

**6.3.5.1** 调查统计治理前与治理后全区的人口密度(人/ $\text{km}^2$ ),结合人均粮食(kg/人)、人均收入(元/人),进行对比,计算提高环境容量的程度。

**6.3.5.2** 调查统计治理前与治理后全区的牧地(天然草地与人工草地,面积可能有变化)面积( $\text{hm}^2$ ),产草量(kg)和牲畜头数(羊单位,每一大牲畜折合五个羊单位),分别计算其载畜量(羊单位/ $\text{hm}^2$ )和饲草量(kg/羊单位),进行对比,计算提高环境容量的程度。

### 6.3.6 促进社会进步的其他效益

通过调查统计,对治理前和治理后群众的生活水平,燃料、饲料、肥料、人畜饮水等问题解决的程度,以及教育文化状况等,进行定量对比或定性描述,反映其改善、提高和变化情况。

## 7 水土保持生态效益的计算

### 7.1 生态效益的分类

包括水圈生态效益,主要计算改善地表径流状况;土圈生态效益,主要计算改善土壤物理化学性质;气圈生态效益,主要计算改善贴地层小气候;生物圈生态效益,主要计算提高地面植物被覆程度;并描述野生动物的增加。

#### 7.1.1 水圈生态效益(改善地表径流状况)的计算

**7.1.1.1** 减少洪水流量。根据小流域观测资料,采取式(24)进行计算:

$$\Delta W_1 = W_{b1} - W_{a1} \quad (24)$$

式中:  $\Delta W_1$ ——减少的洪水年总量(或次总量), $\text{m}^3$ ;

$W_{b1}$ ——治理前洪水年总量(或一次洪水总量), $\text{m}^3$ ;

$W_{a1}$ ——治理后洪水年总量(或一次洪水总量), $\text{m}^3$ 。

**7.1.1.2** 增加常水流量。根据小流域观测资料,采取式(25)进行计算:

$$\Delta W = W_{a2} - W_{b2} \quad (25)$$

式中:  $\Delta W_2$ ——增加的常水年径流量, $\text{m}^3$ ;

$W_{b2}$ ——治理前常水年径流量,  $m^3$ ;

$W_{a2}$ ——治理后常水年径流量,  $m^3$ 。

7.1.1.3 上述两项计算,应选治理前与治理后的年降雨(或次降雨)情况相近的进行。

7.1.2 土圈生态效益(改善土壤物理化学性质)的计算

7.1.2.1 计算的措施范围。包括梯田、坝地、引洪漫地、保土耕作法、造林、种草等。

7.1.2.2 计算的项目内容。包括土壤水分、氮、磷、钾、有机质、团粒结构、空隙率等。

7.1.2.3 计算的基本方法。在实施治理措施前、后,分别取土样,进行物理、化学性质分析,将分析结果进行前后对比,取得改良土壤的定量数据。

7.1.2.3.1 对比内容。将梯田与坡耕地对比,保土耕作法与一般耕作法对比,坝地、引洪漫地与旱平地对比,造林种草与荒坡或退耕地对比。

7.1.2.3.2 取样深度及土壤物理化学性质分析方法,按土壤物理化学性质分析的有关规定进行。

7.1.2.3.3 计算如下:

$$\Delta q = q_a - q_b \quad (26)$$

式中:  $\Delta q$ ——改良土壤计算项目的增减量;

$q_a$ ——有措施地块中计算项目的含量;

$q_b$ ——无措施地块中计算项目的含量。

7.1.3 气圈生态效益(改善贴地层小气候)的计算

7.1.3.1 计算包括以下措施范畴与项目内容:

a) 农田防护林网内温度、湿度、风力等的变化,减轻霜、冻和干热风危害,提高农业产量等。

b) 大面积成片造林后,林区内部及其四周一定距离内小气候的变化。

7.1.3.2 计算的基本方法

利用历年农田防护林网内、外治理前、后观测的温度、湿度、风力、作物产量等资料,进行对比分析,对改善小气候的作用,进行定量计算。

7.1.3.2.1 小气候(温度、湿度、风力等)的变化,采用式(27)计算:

$$\Delta q = q_a - q_b \quad (27)$$

式中:  $\Delta q$ ——林网内外小气候的变化量;

$q_a$ ——林网内的小气候观测量;

$q_b$ ——林网外的小气候观测量。

7.1.3.2.2 由于改善小气候提高作物的产量,采用式(28)进行计算:

$$\Delta P = P_a - P_b \quad (28)$$

式中:  $\Delta P$ ——林网内外单位面积作物产量的变化量,  $kg/hm^2$ ;

$P_a$ ——林网内单位面积的作物产量,  $kg/hm^2$ ;

$P_b$ ——林网外单位面积的作物产量,  $kg/hm^2$ 。

7.1.3.3 计算要求

7.1.3.3.1 在采用式(28)进行作物增产计算时,应是林网内外作物的耕作情况和其他条件基本一致,只是小气候不同。

7.1.3.3.2 对遇有霜、冻、干热风等自然灾害时,应作专题说明,以进一步弄清改善小气候对减轻自然灾害的具体作用。

7.1.4 生物圈生态效益(提高地面植物覆盖程度)的计算

7.1.4.1 计算项目。主要计算人工林、草和封育林、草新增加的地面覆盖度。

7.1.4.2 计算方法。先求得原有林、草对地面的覆盖度,再计算新增林、草对地面的覆盖度和累计达到的地面覆盖度。

$$C_b = f_b / F \quad (29)$$

$$C_a = f_a / F \quad (30)$$

$$C_{ab} = (f_b + f_a) / F \quad (31)$$

式中:  $f_b$ ——原有林、草(包括人工林草和天然林草)面积,  $\text{km}^2$ ;

$f_a$ ——新增林、草(包括人工林草和封育林草)面积,  $\text{km}^2$ ;

$F$ ——流域总面积,  $\text{km}^2$ ;

$C_b$ ——原有林草的地面覆盖度, %;

$C_a$ ——新增林、草增加的地面覆盖度, %;

$C_{ab}$ ——累计达到的地面覆盖度, %。

$f_b$  与  $f_a$  都应是实有保存面积。

7.1.4.3 野生动物变化情况的描述

对流域内由于提高林、草覆盖度以后,山鸡、野兔、蛇等野生动物的增加,可通过观察进行定性描述。

## 附录 A

### (标准的附录)

### 各项治理措施效益测定方法

#### A1 基础效益(保水、保土)的测定

##### A1.1 梯田(梯地)、造林、种草、保土耕作法等措施保水土保持土效益的测定

**A1.1.1** 在坡面上设置径流试验小区,进行较长期的定位观测。采取有措施坡面与无措施坡面对比(梯田、保土耕作法与一般坡耕地对比,造林、种草与荒坡或退耕地对比),每次暴雨后,分别观测记载各个对照小区的径流量与泥沙量,用无措施坡面的观测数值减去有措施坡面的观测数值,算得各项治理措施的保水土保持土效益,其保土量即为减蚀量(计算方法见 4.1.2.1)。

**A1.1.2** 进行对比观测的每个小区,除需对比的内容不同外(有梯田与无梯田、有林草与无林草),其余各项基本条件(坡度、坡长、坡向、土壤、降雨等)都应相同。

**A1.1.3** 径流小区对比观测的结果,与自然坡面和大田相比,存在偏大和偏小的因素,应采取辅助性观测,给予必要的改正。

a 偏大的因素是:小区上的治理措施经营管理较好,保水土保持土作用可能高于大田。

b 偏小的因素是:小区的坡长一般是 20 m(或其他长度),而自然坡长大部在 100~200 m 或更多,同时还有坡面浅沟汇流,其水土流失量高于 20 m 长的规整坡面若干倍。

c 辅助性观测,应选一处或几处有代表性的全坡长自然坡面,观测其水土流失量,与 20 m 坡长观测的数值对比,求得改正值的比例关系。

**A1.1.4** 配合小区观测,进行梯田、林、草等保水、保土效益的调查研究。调查中同样应采取有措施坡面与无措施坡面进行对比,测定方法主要应采取暴雨后现场观察,用钢卷尺量算坡面冲刷细沟断面,借助水文站、径流站的观测资料,分析坝库泥沙淤积量等。

##### A1.2 谷坊、淤地坝、小水库、治沟骨干工程等措施保水、保土、减蚀效益的测定

**A1.2.1** 对数量较多,而每座保土量较小的谷坊和小型淤地坝的保土效益,应选用代表性的若干工程,分别测定其淤积平均深度、淤泥面的平均宽度与长度,计算其拦泥量,然后推算全部坊、坝的保土量。

淤泥面的深度和宽度,在坝前、末端和中部各取一断面测定,取其平均值。在每一处断面在中部和距两端各五分之一处,分别测定三个深度,取其平均值。

**A1.2.2** 对数量较少,而每座保水、保土量较大的大型淤地坝、小水库与治沟骨干工程,应逐座分别测定其效益。

此类坝库在规划设计时,一般都通过测量绘制水位-库容曲线。测定其保水、保土效益时,应分别测定其水面高程和淤泥面高程,从水位-库容曲线上,用淤泥面高程查得其拦泥(保土)量,用水面高程查得蓄水拦泥总量,减去其中的拦泥量,即为蓄水量。

**A1.2.3** 沟底各类工程减轻沟蚀(保土)的作用,应在侵蚀活跃的支毛沟上、中游沟段进行测定。测定的方法,一般需选两条自然条件相近的支毛沟设置对比沟观测,或在一条支毛沟内进行治理前、后对比观测。

a 在无措施的支毛沟内,进行全面系统的沟蚀情况调查和少量定位观测。测定未治理以前某些沟段的沟底下切长度、深度、宽度和某些沟段沟岸扩张的长度、高度、厚度,分别记载其损失土量。

b 在有措施的支毛沟内(其治理措施主要是谷坊和小型淤地坝),进行同样全面系统的沟蚀情



况调查和少量的定位观测,测定治理以后沟底下切和沟岸扩张的具体情况和相应数值。

c 将两种测定的数值对比,由此可算得谷坊和小型淤地坝减轻沟蚀的保土量。

#### **A1.2.4 梯田、林、草等措施减少地表径流下沟后减轻沟蚀保土量的测定**

a 选地貌相似且都有代表性的两条小毛沟,一条坡面径流自然下沟,一条坡面有梯田、林草,径流不下沟或少下沟,对比观测其沟蚀量。

b 算出二者沟蚀量之差,以求得因减少坡面径流而减轻沟蚀的保土量。

c 在进行对比观测之前,需先进行空白观测,测定两条小毛沟都在坡面径流自然下沟情况下的沟蚀量(应基本相近)。

#### **A1.3 坡面小型蓄排工程保水、保土效益的测定**

**A1.3.1** 坡面截水沟、蓄水池、沉沙池以及水窖等,通过暴雨后观测其容积内拦蓄的水量和泥量,测定其直接的保水、保土效益。

**A1.3.2** 坡面截水沟、排水沟、沉沙池等,保护其下部农田和林草地而减少的侵蚀量,作为其间接的保土量,应通过有蓄排工程和无蓄排工程的两个坡面(或两条小毛沟的坡面)的对比观测进行测定。

### **A2 经济效益的测定**

#### **A2.1 梯田、保土耕作、坝地、引洪漫地等增加粮食产量的测定**

**A2.1.1** 在大田中根据 GB/T 15773—1995《水土保持综合治理 验收规范》附录 D 中规定的抽样比例,对有措施和无措施地块,在规定范围内,按“田”字形的纵横 9 个交会点上分别各选 9 个 2 m×2 m 样方,测定其粮食产量,再分别推算整个大田产量。

**A2.1.2** 用有措施大田的产量减去无措施大田的产量,算得各项治理措施的增产量。

#### **A2.2 种草与封坡育草增产牧草数量的测定**

**A2.2.1** 根据 GB/T 15773—1995 附录 D 中规定的抽样比例,对种草、育草荒坡与无措施荒坡在规定范围内按“田”字形分别各选 9 个 5 m×5 m 样方,测定其产草量,再分别推算规定范围内的总产草量。

**A2.2.2** 用种草、育草地的产草量,分别减去无措施荒坡的产草量,算得种草、育草增加的产草量。

#### **A2.3 造林与封山育林增产枝条数量的测定**

**A2.3.1** 根据 GB/T 15773—1995 附录 D 中规定的抽样比例,对造林、育林的荒坡与无措施的荒坡残林地在规定范围内按“田”字形分别各选 9 个 10 m×10 m 样方,测定其枝条产量,再分别推算其规定范围内的枝条总产量。

**A2.3.2** 用造林、育林地的枝条产量,分别减去无措施地的枝条产量,算得造林、育林增加的枝条产量。

#### **A2.4 经济林与果园增加果品产量的测定**

**A2.4.1** 根据 GB/T 15773—1995 附录 D 中规定的抽样比例,对经济林和果园在规定的范围内按“田”字形分别各选 9 个 30 m×30 m 样方,在样方内再按“田”字形选 9 株果树,测定每株果品产量;进而推算每公顷的果品产量。

**A2.4.2** 取观测所得各公顷产量平均值,推算规定范围内的果品总产量。

### **A3 生态效益的测定**

#### **A3.1 改善地表径流状况的测定**

**A3.1.1** 选条件相似的两条小流域,一条进行综合治理,一条未治理(或治理程度很低)。分别在沟口布设径流观测。除一般常规观测外,对较大暴雨洪水,应进行重点观测。

**A3.1.2** 在全年径流中,划分洪水流量与常水流量;应用观测数值,进行对比分析,分别计算常水与

洪水的增减量,求得改善地表径流状况的定量数值。

**A3.1.3** 如只在一条小流域中进行观测,则应用其未治理以前或治理初期(治理程度很低)沟口观测的径流情况,与其治理后期(治理程度较高)沟口观测的径流情况进行对比,算得地表径流改善的定量数值。

**A3.1.4** 进行对比的时间(一年或一次洪水)内,降雨情况(雨量和强度)要基本相近。

### **A3.2** 改善土壤物理化学性质的测定

**A3.2.1** 选有代表性的梯田、保土耕作、坝地、引洪漫地等有措施农田和无措施的坡耕地与河滩地,在每一地块中“田”字形位置分别各取9个土样,根据有关规定的办法,进行土壤容量、空隙率、含水量与氮、磷、钾、有机质等含量的测定。

**A3.2.2** 取9个点的平均值,进行对比,分别求得有措施农田的土壤物理化学性质比无措施农田改善的定量数值。

### **A3.3** 改善地面小气候的测定

**A3.3.1** 在农田防护林网内、外,分别布设温度、湿度、风力、风速观测,网内、网外的东、南、西、北四方各布设一处,按气象观测有关规定进行观测。

**A3.3.2** 取四方平均值,网内小气候与网外小气候进行对比,求得农田防护林网对改善地面小气候的定量数值。

## 附 录 B

### (标准的附录)

## 单项措施增产量与增产值的计算

### **B1** 单位面积年增产量与年增产值的计算

当计算对象为增产有效面积时,应按以下三个步骤进行:

#### **B1.1** 求产品(实物)的增产量(治理前后种植同一作物)

$$\Delta p = p_a - p_b \quad (\text{B1})$$

式中:  $p_b$ ——该项措施实施前每年单位面积产量,kg/hm<sup>2</sup>;  
 $p_a$ ——该项措施实施后每年单位面积产量,kg/hm<sup>2</sup>;  
 $\Delta p$ ——该项措施实施后每年单位面积增产量,kg/hm<sup>2</sup>。

#### **B1.2** 求年毛增产值( $z$ )

$$z = y \Delta p = y(p_a - p_b) \quad (\text{B2})$$

式中:  $y$ ——上述措施的产品单价,元/kg。

为便于对比研究, $y$ 值应采用不变价格。

#### **B1.3** 求年净增产值( $j$ )

$$j = z - \Delta u \quad (\text{B3})$$

$$\Delta u = u_a - u_b \quad (\text{B4})$$

式中:  $u_b$ ——该项措施实施前单位面积年生产费用,元/hm<sup>2</sup>;  
 $u_a$ ——该项措施实施后单位面积年生产费用,元/hm<sup>2</sup>;  
 $\Delta u$ ——该项措施实施后单位面积年增加的生产费用,元/hm<sup>2</sup>。

将式(B4)和(B2)代入式(B3)可得:

$$j = (y p_a - u_a) - (y p_b - u_b) \quad (\text{B5})$$

即单位面积年净增产值等于实施后年净产值减去实施前年净产值。

**B1.4** 当同一地块治理前后种植的作物不同,产品单价不同,生产费用不同时,应将式(B5)改写为

$$j = (y_a p_a - u_a) - (y_b p_b - u_b) \quad (\text{B6})$$

式中:  $y_a$ ——治理后作物产品单价,元/kg;  
 $y_b$ ——治理前作物产品单价,元/kg。

## B2 治理(或规划)期末有效面积上年增产量与年增产值的计算

按以下三个步骤进行:

**B2.1** 核定该项措施的实施保存面积( $F$ ),按以下两种情况分别处理:

a 当  $n$  年内各年新增措施保存面积相等或相近时,计算实施保存面积( $F$ )时将治理(或规划)年限  $n$  乘以平均每年增加实施保存面积  $f$ 。

$$F = n f \quad (\text{B7})$$

b 当  $n$  年内各年新增措施保存面积不相等时,计算实施保存面积( $F$ )将  $n$  年内每年新增实施保存面积  $f_1, f_2, f_3, \dots, f_n$  累加,即:

$$F = f_1 + f_2 + f_3 + \dots + f_n \quad (\text{B8})$$

在实际计算中,如各年增加的面积相近,可简化为式(B7),不影响计算质量。本标准以下有关计算,都以此为基础。

**B2.2** 在实施保存面积( $F$ )基础上,求得增产有效面积( $F_e$ )。

设该项措施实施后,需  $m$  年才开始有增产效益,在实施期  $n$  年内,应有增产效益的时间为  $n_e$  (年),则:

$$n_e = n - m \quad (\text{B9})$$

由此可算得增产有效面积  $F_e$ :

$$F_e = n_e f = f(n - m) \quad (\text{B10})$$

**B2.3** 根据上述计算结果,治理(或规划)期末有效面积上的年增产量与年增产值应分别采用如下计算式:

$$\text{年增产量} \quad \Delta P_e = F_e \Delta p \quad (\text{B11})$$

$$\text{年毛增产值} \quad Z_e = F_e z \quad (\text{B12})$$

$$\text{年净增产值} \quad J_e = F_e j \quad (\text{B13})$$

式中:  $\Delta p, z, j$  三值的计算,分别见前(B1)、(B2)、(B3)式。

## B3 治理(或规划)期末有效面积上累计增产量与累计增产值的计算

按以下两个步骤进行:

**B3.1** 计算累计有效面积( $F_t$ ):

根据上述计算,在计算  $n$  年内,实有增产时间应为

$$n_e = n - m$$

则累计有效面积 ( $F_r$ ) 计算为:

$$\begin{aligned} F_r &= f(1+2+3+\cdots+n_e) \\ &= f[1+2+3+\cdots+(n-m)] = fR \end{aligned} \quad (\text{B14})$$

式中:  $R$ ——累计有效面积的累计系数。

**B3.2** 在此基础上算得治理(或规划)期末有效面积上的累计增产量与累计增产值。

$$\text{累计增产量} \quad \Delta P_r = F_r \Delta p \quad (\text{B15})$$

$$\text{累计毛增产值} \quad Z_r = F_r z \quad (\text{B16})$$

$$\text{累计净增产值} \quad J_r = F_r j \quad (\text{B17})$$

式中  $\Delta p$ 、 $z$ 、 $j$  三值的计算,分别见式(B1)、(B2)、(B3)。

#### B4 措施全部生效的年增产量与年增产值的计算

按以下三个步骤进行:

**B4.1** 求措施全部生效时间  $n_t$ ,应考虑该项措施实施后需  $m$  年生效,在  $n$  年内实施的措施,需在  $n_t$  年才能全部生效,则按式 B(18)进行计算:

$$n_t = n + m \quad (\text{B18})$$

**B4.2** 措施全部生效时,有效面积( $F_t$ )与实施面积( $F$ )一致,采取下式计算:

$$F_t = F \quad (\text{B19})$$

**B4.3** 措施全部生效时,采取下式计算年增产量与年增产值:

$$\text{年增产量} \quad P_t = F \Delta p \quad (\text{B20})$$

$$\text{年毛增产值} \quad Z_t = F z \quad (\text{B21})$$

$$\text{年净增产值} \quad J_t = F j \quad (\text{B22})$$

式中  $\Delta p$ 、 $z$ 、 $j$  三值的计算,分别见式(B1)、(B2)、(B3)。

#### B5 措施全部生效时累计增产量与累计增产值的计算

按以下两个步骤进行:

**B5.1** 措施全部生效时,应采取如下计算式求得累计有效面积 ( $F_{tr}$ ):

$$F_{tr} = (1+2+3+\cdots+n) = fR_t \quad (\text{B23})$$

式中:  $R_t$ ——措施全部生效时,累计有效面积的累计系数。

**B5.2** 在此基础上,采取下式计算累计增产量与累计增产值:

$$\text{累计增产量} \quad P_{tr} = F_{tr} \Delta p \quad (\text{B24})$$

$$\text{累计毛增产值} \quad Z_{tr} = F_{tr} z \quad (\text{B25})$$

$$\text{累计净增产值} \quad J_{tr} = F_{tr} j \quad (\text{B26})$$

式中  $\Delta p$ 、 $z$ 、 $j$  三值的计算,分别见式(B1)、(B2)、(B3)。

## 附录 C

### (标准的附录)

### 水土保持减沙效益的计算

#### C1 减沙效益计算的基本要求

**C1.1** 以完整的流域为计算单元,以治理(或规划)期末实有的措施保存面积和实测各项措施的保水土保持土效益为依据。计算前应搜集以下两方面的资料:

**C1.1.1** 各个单项水土保持措施减少泥沙效益的观测资料或调查资料,这些资料都经过分析、论证,消除了偏大或偏小的因素。

**C1.1.2** 作为计算对象的沟道、河道下游控制性径流站、水文站的泥沙观测资料,此项资料必须有5年以上的观测系列,时间越长越好。

**C1.2** 运用上述资料进行分析计算时,应坚持以下三条原则:

**C1.2.1** 采取水文法与水土保持法相结合进行计算,要求两种方法的计算结果基本一致或比较接近。

**C1.2.2** 计算中进行治理前后对比时,时段的划分要合理,治理前时段应是水土保持未开展或进度很慢,减沙效果很微;治理后时段应是水土保持进展较快,减沙效果显著。

**C1.2.3** 在进行治理前后对比中,要求通过降雨-产沙关系分析,扣除治理前后由于降雨不同对流域产沙的影响,以求得水土保持真正的减沙作用。

**C1.3** 在进行因减沙作用而减轻的物质损失按货币价值折算为经济效益时,应注意以下两点:

**C1.3.1** 作为计算对象的流域范围内,其下游实际有因减沙而收到的经济效益(如水库减淤、河道恢复、延长航程等)时,才能纳入计算。

**C1.3.2** 在折价计算减轻损失的物质时,应按前后变动的单价分别计算。

**C1.4** 减轻流域下游泥沙淤积的效益计算应按以下三个步骤进行:

- a) 用水文法进行流域减沙作用的计算;
- b) 用水保法进行流域减沙作用的计算;
- c) 将两种方法的计算结果互相验证。

#### C2 水文法计算水土保持的减沙作用

分两个步骤进行:

a) 根据水文观测资料,算得治理后比治理前的总减沙量  $\Delta S_t$ 。

b) 在总减沙量  $\Delta S_t$  中,再分析由于降雨偏小影响减沙量  $\Delta S_r$ 、水利工程减沙  $\Delta S_{q1}$  和水水土保持减沙  $\Delta S_p$ 。

**C2.1** 求总减沙量  $\Delta S_t$

**C2.1.1** 当治理前实测输沙量与流域实有产沙量基本一致时,采用式(C1)进行计算:

$$\Delta S_t = S_b - S_a \quad (C1)$$

式中:  $\Delta S_t$  ——治理后年均总减沙量, t;

$S_b$  ——治理前实测年均输沙量, t;

$S_a$  ——治理后实测年均输沙量, t。

**C2.1.2** 当治理前实测输沙量与流域实有产沙量不一致,且差距较大时,应将实测输沙量  $S_b$  还原

为流域产沙量  $S_{bp}$ , 然后采用下式进行计算:

$$\Delta S_t = S_{bp} - S_a \quad (C2)$$

$$S_{bp} = S_b + S_{b1} + S_{b2} + S_{b3} \quad (C3)$$

式中:  $S_{bp}$ ——治理前年均流域产沙量, t;

$S_b$ ——治理前年均实测输沙量, t;

$S_{b1}$ ——治理前年均水库拦沙量, t;

$S_{b2}$ ——治理前年均灌溉引沙量, t;

$S_{b3}$ ——治理前年均河道淤积量, t。

**C2.2** 在总减沙量  $\Delta S_t$  中, 分析出水土保持减沙量, 需经过以下三个步骤:

**C2.2.1** 通过降雨-产沙关系分析, 算得年均减沙总量中由于降雨偏小影响减沙量  $\Delta S_r$ 。此项分析方法较多, 本标准推荐其中两种方法, 见附录 E(提示的附录)。有条件的应采用两种以上方法计算, 将其结果互相验证。

**C2.2.2** 在年均总减沙量  $\Delta S_t$  中扣除降雨偏小影响减沙量  $\Delta S_r$ , 算得人类活动影响减沙量 ( $\Delta S_h$ )。

$$\Delta S_h = \Delta S_t - \Delta S_r \quad (C4)$$

**C2.2.3** 在人类活动影响减沙量  $\Delta S_h$  中扣除水利工程减沙量  $\Delta S_q$  (水库拦沙和灌溉引沙, 一般都有实测资料) 即为水土保持减沙量  $\Delta S_p$ 。

$$\Delta S_p = \Delta S_h - \Delta S_q \quad (C5)$$

### C3 水保法计算水土保持的减沙作用

采用以下关系式:

$$\Delta S_c = \Delta S_1 + \Delta S_2 - \Delta S_3 + \Delta S_4 \quad (C6)$$

式中:  $\Delta S_c$ ——治理后年均减沙量, t;

$\Delta S_1$ ——各项水土保持措施年均减沙量, t;

$\Delta S_2$ ——泥沙运行中年均增减量, t;

$\Delta S_3$ ——人为破坏年均河道增沙量, t;

$\Delta S_4$ ——降雨偏小影响年均减沙量, t。

**C3.1**  $\Delta S_1$  值的计算

$$\Delta S_1 = \Sigma \Delta P + \Sigma \Delta V + \Sigma \Delta G \quad (C7)$$

式中:  $\Sigma \Delta P$ ——各类就地入渗措施的减沙量, t;

$\Sigma \Delta V$ ——各类就近拦蓄措施的减沙量, t;

$\Sigma \Delta G$ ——各类减轻沟蚀因素的减沙量, t。

$$\Sigma \Delta P = \Delta P_1 + \Delta P_2 + \Delta P_3 + \Delta P_4 \quad (C8)$$

式中:  $\Delta P_1$ 、 $\Delta P_2$ 、 $\Delta P_3$ 、 $\Delta P_4$  分别为梯田(梯地)、造林、种草、保土耕作等各项措施的年均减沙量, 其计算方法见 4.1 所属各条。

$$\Sigma \Delta V = \Delta V_1 + \Delta V_2 + \Delta V_3 + \Delta V_4 + \Delta V_5 \quad (C9)$$

式中:  $\Delta V_1$ 、 $\Delta V_2$ 、 $\Delta V_3$ 、 $\Delta V_4$ 、 $\Delta V_5$  分别为水窖、蓄水池、谷坊、淤地坝、小水库等的年均拦泥量。其计算方法见 4.2 所属各条。

$$\Sigma \Delta G = \Delta G_1 + \Delta G_2 + \Delta G_3 + \Delta G_4 \quad (C10)$$

式中:  $\Delta G_1$ 、 $\Delta G_2$ 、 $\Delta G_3$  分别为制止沟头前进、沟底下切、沟岸扩张的年均减沙量,  $\Delta G_4$  为减少塬、坡径流下沟后相应减轻沟蚀的减沙量。其计算方法见 4.3 所属各条。

### C3.2 $\Delta S_2$ 值的计算

泥沙运行沿途冲淤变量  $\Delta S_2$  值,应经过调查,逐项弄清其总量和年均量。

#### C3.2.1 调查项目,包括以下两方面:

a 自然冲淤变量。包括沟岸、河岸较大的崩塌、滑塌,沟床、河床侵蚀基点的破坏等,引起沟道、河道泥沙的堵塞或冲蚀。

b 人为冲淤变量。包括坝库兴建后拦截的泥沙,坝库水毁后冲出的泥沙,以及大型灌区引用浑水灌溉减少的泥沙。

以上二者,如果治理前后两个阶段情况一致或相近,则不需计算;如前阶段没有而后阶段有,则应计算。

#### C3.2.2 冲淤变量计算,包括以下两方面:

a 自然冲淤变量。对崩体、滑体等应分别计算其破坏量与逐年冲蚀量,二者不能混淆(许多情况下,一次崩塌、滑塌的土体,需若干年才能冲蚀完);对崩体、滑体堵塞沟道的,应计算堵塞后的拦泥量。

b 人为冲淤变量。对坝库拦蓄泥沙量,应通过淤积观测,计算其拦泥总量与逐年拦泥量;对水毁坝库,应通过具体测量计算,计算其坝体土方损失量和库内淤泥量。灌溉引沙量应向各级水利部门调查。

以上二者,应根据各年冲淤变量,求得治理后若干年内的冲淤总量,然后求得其年平均冲淤变量  $\Delta S_2$ ,代入关系式(C6)进行计算。

### C3.3 人为破坏新增土壤侵蚀量 $\Delta S_3$ 值

应经过调查,逐项弄清其总量和年均量。

#### C3.3.1 调查项目:包括陡坡开荒、开矿、建厂、修路、修渠、建房、挖窑、采石等。

#### C3.3.2 新增侵蚀量 $\Delta S_3$ 值的计算,包括以下三方面:

a) 陡坡开荒。用开荒后的侵蚀模数减去开荒前的侵蚀模数,得新增侵蚀模数;再乘以开荒面积即得。新增侵蚀量每年都有,应连续计算。

b) 修路、修渠、建房、挖窑等,只是在基本建设进程中有一一次性破坏土地,其废土、弃石等将逐年被冲蚀,到一定时期可能趋于稳定,不再增加侵蚀量。不应把破坏量当成冲刷量,也不应认为新增的冲蚀量长期不变。

c) 开矿、建厂新增土壤侵蚀有两个方面:一是基本建设进程中一次性破坏土地,其侵蚀量的计算要求与修路、修渠等基本一致;二是生产进程中的废土、弃石、废渣等,每年都有,应连续计算。计算中同样应把冲蚀量与破坏量分开,求出冲蚀量占破坏量的比例。

以上三者,应根据各年新增的侵蚀量,求得实施期(或规划期)若干年内的侵蚀总量,然后求得年平均新增侵蚀量  $\Delta S_3$ 。代入关系式(C6)进行计算。

### C3.4 降雨偏小影响减沙量 $\Delta S_4$ 值的计算

与水文法相同,见 C2.2.1 条。也可以引用水文法的计算结果( $\Delta S_4 = \Delta S_1$ )。

## C4 两种计算方法的检验

按减沙总量和水土保持减沙量两个层次,分别进行检验。

### C4.1 用减沙总量进行检验,设检验系数为 $Z_1$

$$Z_1 = \frac{\Delta S_t - \Delta S_c}{\Delta S_t} \quad (C11)$$

式中:  $\Delta S_t$ ——水文法算得的年均减沙总量,t;

$\Delta S_c$ ——水保法算得的年均减沙总量,t。

要求:  $Z_1 < 0.2$

**C4.2** 用水土保持减沙量进行检验,设检验系数为  $Z_2$

$$Z_2 = \frac{\Delta S_p - \Delta S_1}{\Delta S_p} \quad (C12)$$

式中:  $\Delta S_p$ ——水文法算得的年均水土保持减沙量,t;

$\Delta S_1$ ——水保法算得的年均水土保持减沙量,t。

要求:  $Z_2 < 0.2$

## 附 录 D

(提示的附录)

### 基本农田节约土地和劳工计算示例

某小流域有人口 1500 人,要求人均年产粮食 500 kg。已知:种坡耕地每公顷产粮 750 kg,需劳工 120 工日;种基本农田每公顷产粮 3000 kg,需劳工 180 工日。试求在满足粮食需要前提下,全种基本农田比全种坡耕的能节约多少土地和劳力。

解:已知

$$V = 1,500 \times 500 = 750,000 \text{ kg},$$

$$P_b = 750 \text{ kg/hm}^2,$$

$$p_a = 3,000 \text{ kg/hm}^2,$$

$$e_b = 120 \text{ 工日/hm}^2,$$

$$e_a = 180 \text{ 工日/hm}^2。$$

#### D1 能节约的土地

$$\text{种坡耕地需土地} \quad F_b = \frac{750,000}{750} = 1,000 \text{ hm}^2,$$

$$\text{种基本农田需土地} \quad F_a = \frac{750,000}{3,000} = 250 \text{ hm}^2,$$

$$\text{能节约土地} \quad \Delta F = 1,000 - 250 = 750 \text{ hm}^2。$$

#### D2 能节约的劳工

$$\text{种坡耕地需劳工} \quad E_b = 1,000 \times 120 = 120,000 \text{ 工日},$$

$$\text{种基本农田需劳工} \quad E_a = 250 \times 180 = 45,000 \text{ 工日},$$

$$\text{能节约劳工} \quad \Delta E = 120,000 - 45,000 = 75,000 \text{ 工日}。$$



附 录 E  
(提示的附录)  
降雨影响减沙量 ( $\Delta S_r$ ) 的计算

E1 基本规定

E1.1 本项计算方法与附录 C(标准的附录)配套使用,并作为附录 C 的补充。主要用于 C2.2.2 中的以下规定:“在年总减沙量  $\Delta S_t$  中,扣除降雨偏小影响减沙量  $\Delta S_r$ ,算得人类活动影响减沙量 ( $\Delta S_h$ )”。该规定并以公式(C4)表述为  $\Delta S_h = \Delta S_t - \Delta S_r$ 。

E1.2 当降雨偏大影响增沙时,公式(C4)仍适用,但  $\Delta S_r$  为负值。此时算得的  $\Delta S_h$  值大于  $\Delta S_t$  值,是合理的。

E1.3 计算  $\Delta S_r$  值有多种方法,分别适应于计算区不同的自然地理条件(降雨和下垫面条件)与不同的观测资料情况。计算中应根据计算区不同的自然条件与资料情况,分别采用不同的方法。

E1.4 本附录根据不同的观测资料情况,推荐两种不同的计算  $\Delta S_r$  值的方法。

E1.4.1 一般综合治理小流域,观测资料较少、系列较短的,可采用相似降雨对比法计算  $\Delta S_r$ ,方法简便易行,精度可满足一般要求。

E1.4.2 观测资料较多、系列较长的大、中流域和重点小流域,可采用降雨指标分析法计算  $\Delta S_r$ ,考虑因素比较全面,计算结果能更接近实际。

E1.5 有条件的大、中流域和重点小流域,应采用两种以上的方法,同时进行计算,将其结果互相验证,并结合流域实际情况,进行综合分析,确定最佳的计算结果。

E2 相似降雨对比法计算  $\Delta S_r$

E2.1 将治理前各年实测降雨量 ( $R_b$ ) 与实测流域产沙量 ( $S_b$ ) 列表(见表 E1),并绘制  $R_b$ - $S_b$  关系曲线(见图 E1)。

表 E1 治理前各年实测降雨量 ( $R_b$ ) 与实测流域产沙量 ( $S_b$ )

	19 ____ 年	19 ____ 年	19 ____ 年	19 ____ 年	19 ____ 年	合 计	年 均
$R_b, \text{mm}$							
$S_b, \text{t}$							

注:如汛期的降雨产沙关系比全年的降雨产沙关系好,则采用汛期的数值。

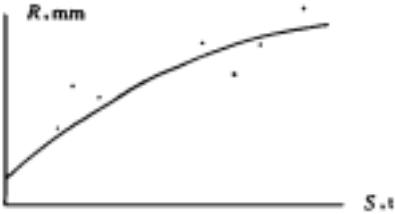


图 E1  $R_b$ - $S_b$  关系曲线

E2.2 将治理后各年实测降雨量 ( $R_a$ ) 列表(见表 E2);从图 E1 上查得与各年降雨量  $R_a$  相对应的流域产沙量 ( $S_{ab}$ ) 计算值,填入表 E2。

表 E2 治理后各年实测降雨量 ( $R_a$ ) 与计算流域产沙量 ( $S_{ab}$ )

	19 ____ 年	19 ____ 年	19 ____ 年	19 ____ 年	19 ____ 年	合 计	年 均
$R_a, \text{mm}$							
$S_{ab}, \text{t}$							

注：本表中的雨量和沙量是全年数值或是汛期数值，应与表 E1 保持一致。

**E2.3**  $S_{ab}$  的物理意义是：治理后各年的降雨量 ( $R_a$ )，在未治理前的地面（无措施）下，应有的流域产沙量（计算值）其与实测流域输沙量 ( $S_a$ ) 之间的差值，是由于人类活动（水利措施与水土保持）的减沙作用所造成（即  $\Delta S_h$ ）。从而

$$S_a = S_{ab} - \Delta S_h \tag{E1}$$

**E2.4** 用此关系，结合附录 C 中公式(C4)，求得  $\Delta S_t$ 。

将附录 C 中公式(C4)改写为

$$\Delta S_t = \Delta S_t - \Delta S_h \tag{E2}$$

而

$$\Delta S_t = S_b - S_a = S_b - (S_{ab} - \Delta S_h)$$

代入式(E2)得

$$\Delta S_t = S_b - S_{ab} \tag{E3}$$

**E3 降雨指标分析法计算  $\Delta S_t$**

**E3.1** 将治理前各年的一日最大雨量与相应沙量 ( $X_1$  与  $S_1$ )、30日最大雨量与相应沙量 ( $X_2$  与  $S_2$ )、汛期雨量与相应沙量 ( $X_3$  与  $S_3$ )、全年雨量与相应沙量 ( $X_4$  与  $S_4$ ) 列表(见表 E3)。

表 E3 治理前各年降雨特征值与相应产沙量

年份	一 日 最 大		30 日 最 大		汛 期		全 年	
	雨量 $X_1$ mm	沙量 $S_1$ t	雨量 $X_2$ mm	沙量 $S_2$ t	雨量 $X_3$ mm	沙量 $S_3$ t	雨量 $X_4$ mm	沙量 $S_4$ t
19 ____								
19 ____								
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
平 均								
均值符号	$\bar{X}_1$		$\bar{X}_2$		$\bar{X}_3$		$\bar{X}_4$	

注：表中各项降雨特征值都是流域内各雨量站的加权平均值。

**E3.2** 用式(E4)~(E7)计算每年各项特征降雨的产沙量占全年产沙量的比重：

$$n_1 = \frac{S_1}{S_4} \tag{E4}$$

$$n_2 = \frac{S_2 - S_1}{S_4} \tag{E5}$$

$$n_3 = \frac{S_3 - S_2}{S_4} \tag{E6}$$

$$n_4 = \frac{S_4 - S_3}{S_4} \tag{E7}$$

**E3.3** 用式(E8)~(E11)计算每年各项特征降雨占该项特征降雨多年平均值的比重(称“模比系数”)：

$$m_1 = \frac{X_1}{\bar{X}_1} \tag{E8}$$

$$m_2 = \frac{X_2}{\bar{X}_2} \quad (\text{E9})$$

$$m_3 = \frac{X_3}{\bar{X}_3} \quad (\text{E10})$$

$$m_4 = \frac{X_4}{\bar{X}_4} \quad (\text{E11})$$

**E3.4** 将式(E4)~(E11)各项计算结果列入表 E4。

表 E4 治理前各年各项降雨特征的  $n$  与  $m$  数值

年 份	一日最大		30 日最大		汛期		全年	
	$n_1$	$m_1$	$n_2$	$m_2$	$n_3$	$m_3$	$n_4$	$m_4$
19 ____								
19 ____								
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

**E3.5** 用式(E12)计算各年的产沙降雨指标 ( $R$ ):

$$R = X_1 n_1 m_1 + X_{2-1} n_2 m_2 + X_{3-2} n_3 m_3 + X_{4-3} n_4 m_4 \quad (\text{E12})$$

式中:

$$X_{2-1} = X_2 - X_1;$$

$$X_{3-2} = X_3 - X_2;$$

$$X_{4-3} = X_4 - X_3;$$

$R$  值的物理意义是:既考虑了降雨的各项特征值,又考虑了降雨的年际变化。以  $R$  值作为产沙降雨比单用年降雨或汛期降雨更接近实际。

**E3.6** 将上述各 ( $R$ ) 值计算结果与相应各年的实测流域产沙量 ( $S_b$ ) 列入表 E5。

表 E5 治理前各年产沙降雨 ( $R$ ) 与流域产沙量 ( $S_b$ )

年份	$X_1 n_1 m_1$	$X_{2-1} n_2 m_2$	$X_{3-2} n_3 m_3$	$X_{4-3} n_4 m_4$	$R$	$S_b$
19 ____						
19 ____						
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

**E3.7** 将表 E5 中各年的  $R$  与  $S_b$  值,点绘在双对数纸上,制成  $R$ - $S$  关系图(见图 E2),可得如下关系式:

$$S = \alpha R^u \quad (\text{E13})$$

式(E13)表达了在治理前(地面无措施)情况下,降雨与产沙的定量关系。

**E3.8** 根据图 E2,用数学方法可以求得式(E13)中的  $\alpha$  与  $u$ ,使式(E13)可用于具体计算。

**E3.9** 将治理后各年的降雨量 ( $R_a$ ) 值代入式(E13),可算得相应各年的流域产沙量 ( $S_a b$ )。

$S_a b$  的物理意义是:治理后各年的降雨,在未治理前(地面无措施)情况下应有的流域产沙量(计算值)。

**E3.10** 用前述 E2.3 与 E2.4 同样的步骤,可算得治理后由于降雨偏小影响的减沙量 ( $\Delta S_r$ )

$$\Delta S_r = S_b - S_{ab}$$

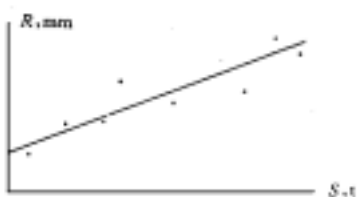


图 E2  $R$ - $S$  关系图