

第6章 治山规划

6-1 制定治山计划地基础调查

6-1-1 安宁河流域概况

安宁河流域地的大概自然环境已经在第2章有所叙述，安宁河主流的概况、流域的山地荒废状况和水害及泥石流灾害发生情况如下。

1. 安宁河主流

因为地质构造，安宁河自北向南，沿着山谷断层，几乎一直线地流向下游，形成发达的河川。源头为冕宁县的“苗冲河”、“中江河”（北纬28度49分、东经102度15分附近）。主流总长278.8公里，流经西昌市、德昌县、米易县后，在攀枝花市东约24公里处汇入雅龙江（北纬26度44分、东经101度52分附近）。下游也因为地形、呈蛇行状，在西昌市中央部附近的冲积地带和平坦处，主流紊乱，每年大量泥沙淤积形成沙洲。下游有些河岸狭窄的地方，这些地方的水流湍急（参照资料篇图6-1-1）。

主要流域的地形特征如下。

表6-1-1 安宁河流域地形特征

河川名	流域面积(km ²)	主流长度(km)	流域平均宽度(km)	形状系数	河川密度(1km)
安宁河	11,149	278.8	39.99	0.143	0.128

注：1. 流域平均宽为河流面积除主要流长。

2. 形状系数为流域平均宽除主要流长，它表示流域是否近似正方形（1.0），圆形（近似0.79），扇形（0.52），或近似狭长的矩形。数值越小表示狭长度越高。

从实地观察和表中的数据也可以知道，两岸众多的支流几近直角地流入狭长的主流，是一条暴雨时主流水量大量剧增的河流。

2. 山地荒废状况

从实地观察也可以知道山地的表土流失和下游河流的泥沙淤积非常严重。为了准确掌握当地的表土流失的量，我们只找到了二、三个数据而已，而且这些数据都缺乏可靠性，也没有实际观测数值。

依据现存资料，对安宁河流域的水土流失情况作了以下试算。在中国科学院成都山地灾害与环境研究所编撰的《四川省国土资源地图集》（1990年，成都地图出版社）中有记载四川省的年土壤流失状况分布图，流失强度分为以下6个等级。

强度等级	年平均流失厚度 (mm)
1	<1.9
2	1.9
3	1.9—3.7
4	3.7—5.9
5	5.9—10.0
6	>10.0

安宁河流域的沙土流失情况如下：

表 6-1-2 安宁河流域的侵蚀土沙量 (试算)

强度等级	面积 (公顷)	区域比率 (%)	算出的侵蚀土沙量 (m ³)
3 区	527.7	5	1,478×10 立方
2 区	3,892.1	35	7,395×10 立方
1 区	6,728.7	60	6,392×10 立方
计	11,148.5	100	15,265×10 立方

注 1. 强度 3 区的流失区域厚度是以 2.8mm/年, 计算的。

2. 强度 1 区的流失区域厚度是以 0.95mm/年, 计算的。

可以推算安宁河流域年流失 15,265 千立方米, 如果包括平地的流失, 相当于每年流失 1.36mm 厚度的表土层。

根据相关的 5 县市林业局的资料 (中国四川省安宁河流域造林计划·S/W 协议·调查报告书—2000 年 12 月 7 月—资料篇表 6-1-1), 5 县市年水土流失面积为 5,394 公顷, 年流失量为 8,805 千立方米。据这些数据, 可以推算表土的流失厚度最大为 277.6mm, 平均为 163.2mm。5 县市林业局的资料中反映的流失厚度非常大, 这可估计崩塌地段或崩塌比较集中的地方的数值。

需要说明的是, 上述的数值是山地的表土侵蚀量、流失量。这些流失的沙土并非一下子流入下游河流的、而是反复经过途中堆积和侵蚀后, 流积于下游的。

3. 既往的水灾和泥沙灾害

流入安宁河的各个支流呈直角, 以及安宁河流域两岸河道狭窄, 山腹坡度大, 林地少等原因, 导致暴雨时水土流失率高、雨水集中流入安宁河的状况。而且夏季雨量占年降雨量的 70~80%, 容易发生洪水和泥石流灾害是可以想像的。

另外、山沟中也会流出大量的泥石流。特别是山沟出口扇状地带村庄集中或有公路、铁路时, 损失就会更大。当然, 住民和设施不在山沟出口的情况也不少。

1998 年夏季长江下游洪水造成数千人死亡, 当时安宁河下游的米易县也受到了洪

水的困扰。

这里根据县林业局提供的资料，考察一下年降雨量和洪水的关系。

上游倾斜度大的地方几乎没有洪水灾害。下游平坦地区土地利用发达的地方容易发生洪灾。下游的米易县过去 19 年间发生 5 次水灾，平均 4 年左右就有一次。

从实地的土地利用情况看，每年的堆积泥沙不断抬高河床，耕地一直开到河岸水边，河水稍涨就会产生水害。年降水量少于平均值时也有水害，但基本是多于年平均量时的灾害，降水量多时水害程度也更加严重（参照资料篇图 6-1-2）。

根据 1998 年大洪水的降雨量计算（参照资料篇图 6-1-3），可以知道当时雨量为 38 年（约 40 年）一遇。

4. 水利用情况

安宁河主流和支流上都可以看到人们使用各种方法利用河水的情况。目前西昌市的生活用水靠邛海和西河，将来还要直接在安宁河取水。在水量比较丰富的山沟可见被当地群众用来发电，沿等高线挖渠引水，灌溉农田等情况。

6-1-2 重点调查区域的荒废情况和治山计划

1. 荒废成因和荒废形态

1) 荒废成因

山地荒废成因可以从素因和诱因的角度来考察。

- 素因——地形、地质、土质、植被
- 诱因——降雨、地下水、冷冻、地震、火山、人为因素

这些因素对山地荒废的成因和发展造成的影响，根据各种条件，有时明显，有时模糊。比如陡坡容易崩塌，但缓坡也会崩塌；风化的花岗岩容易崩塌，但也有不易崩塌的。当地的地质属于第三纪，这种比较新的地质属于容易崩塌的地区。

所以要对当地荒废的成因与发展的因素和程度作一个简明的说明是十分困难的事情。

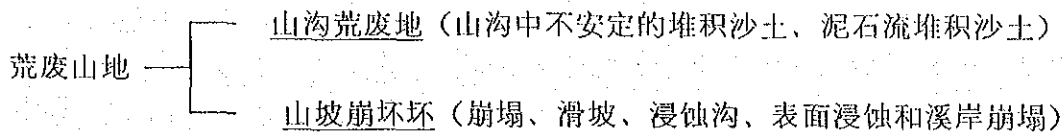
从地质和土质的角度看，容易浸蚀、崩塌的地方很多。从下游大量泥沙淤积看，夏季暴雨集中和上游很多陡坡被开发为耕地等因素，都是加速山地荒废的原因。

而森林植被少，不利于山地植被生长和扩展的几种自然条件，则加速了泥沙流失的趋势。

2) 荒废形态

为了了解流域的荒废情况，制定水土保持对策规划（治山规划），必须对流失量作定量的调查。基于此，荒废形态区分是十分重要的。根据荒废成因、形状、发生场所等因素有各种分类方法，但基于研究具体治理工程方法，作了以下分类。

首先区分了山沟和山坡斜地的荒废地。



注：山沟为常年流水的山谷平缓地，洪水的流经地。

当地有很多浸蚀沟，所以加了浸蚀沟分类。

浸蚀沟 (山腹上正在形成的比较小的，和山沟源头逐渐扩大的沟壑)

注：浸蚀沟形成于土层厚而脆弱的地方。雨水先呈纵向浸蚀，再横向扩大。

根据以上分类，在实地调查中仍然有难以区分的地方。如地块缓慢滑下的滑坡和崩塌的区别，将符合以下两个条件的滑坡定为地块缓慢滑下型的滑坡。

- ① 土块不乱，保持原土滑落的地段。
- ② 产生龟裂，有滑坡征兆的地段。

荒废形态多种多样，制成图后如资料篇图 6-1-4。

2. 重点调查地区的地形和荒废状况

重点调查地区的地形和荒废状况如下：

① 喜德县：热柯依达地区

此地区位于孙水河的重要支流之一的米一河流域、离孙水河和安宁河汇合处远 76 公里。流域面积约占喜德县 70%，常年流淌红色浊水。最上游的地方虽有一点森林但是整个区域的广大面积被用做耕地，不用说平缓地，就是 35 度以上的陡坡斜地也不例外。

从流向看，孙水河先流向南东方，转而向北收并数条支流后，再向西流入安宁河。流经地域的地形复杂，页岩、泥岩等固化的岩层随处可见。这些岩层都非常脆弱。该地区的土壤分为 6 种，酸性的紫色土壤分布最广，因为土层厚，所以崩塌时大片土层连续塌落，使得孙水河的河水常年发红。

在此地区也可以随处看到河岸塌陷、表土浸蚀、滑坡和泥石流的痕迹。

② 昭觉县：东河·孙水河地区

该地区为流经西昌市区的东河上游，以及流经喜德县的孙水河上游的 2 条支流构成的区域。最高部地形平缓，还有湿润地带，虽然有部分森林，因为标高很多已经超过 3,000 m，受强风影响草地和矮化的树木为主要植被。

从荒废状况看，东河的上游虽有缓坡，但河岸全流域可以看到很多崩塌、滑坡和大小浸蚀沟，其中有些地方的规模很大，成为每年雨季下游地区红色泥沙淤积的主要原因。东河流域的土壤为酸性紫色土壤，其土层深厚。

孙水河上游很少大规模的浸蚀沟，但小规模表层崩塌河浸蚀沟则不少。

③ 西昌市：佑君、中坝地区

该地区处于安宁河右岸，西昌市的南部，是由4~5条山沟形成的扇状区域。上游虽有不少森林，但下游和上游森林地中有着很多耕地，加上还有很多没有树木的区域，使得自然发生的山腹崩塌随处可见。近40度的斜坡、河流两岸和山腹上面发生的崩塌，成为泥沙流失的主要原因。陡坡耕地的崩塌现象普遍。这里的岩石以风化的花岗岩为主，也有泥岩、沙岩和页岩存在，总之，地质条件脆弱，容易崩塌和侵蚀。

各山沟的下游平坦地每年堆积大量沙土，很多山沟成为地上河，两岸沙土对桥梁、住家和建筑构成很大威胁。

有的山沟中也含有因为上游道路修建工程而流失的沙土，但从下游的角度看，此地区是细粒泥沙流失很多的区域。

④ 德昌县：角半沟·曾家堡子地区

该地区处于德昌县北部，安宁河右岸，由3个流域形成。最南端的角半沟区域虽多森林，但高海拔的山系发达，上游左岸多无林木裸地，多见崩塌和侵蚀沟。上游右岸有泥石流流失甚剧的河流，河床上有大量砂石堆积。

曾家堡子地区（仁寿沟）的下游多森林，但上游耕地面积很大，加上还有不少无林木裸地，所以虽然在地势平缓的地方较少泥石流，但陡坡斜地则可见泥石流崩塌。

仁寿沟北邻（黄家坦）区域是个小区域，但是多裸地，侵蚀沟和河岸崩塌明显，风化的花岗岩也很多。此地区土壤分布多，褐色土壤占了很大比例。

最北部的阿月沟只有右岸在区域内。该地森林状况良好，崩塌地也很少。

⑤ 米易县：撤莲镇·攀莲镇地区

该地区位于安宁河右岸，北端和对岸的米易县县政府所在地相接。是包含大小9条河流汇入安宁河的地区。各地区情况略有差异，主要流域的情况如下。

攀莲镇的中部和下部地区裸地明显，表土层厚而脆弱，现在很少崩塌。但是因为倾斜度大，土壤深部又十分脆弱，所以一旦有暴雨或其他原因，就会很容易崩塌和侵蚀。

头子沟流域的下游多裸地，上游的北坡面多森林植被，可见侵蚀后的崩塌。上游的南坡面突地部分表土层流出明显，裸地很多。下游无林木地带土壤非常脆弱，小型崩塌和侵蚀非常普遍。

消水沟流域的上游多耕地，崩塌数量不多，但有部分大规模的河岸崩塌集中存在。

该地区的最南端有4条山沟，上游可以远远望见有大规模崩塌的山沟，还有沙土流失剧烈，形成小扇状地的山沟。在和安宁河相接的部分，大量陡坡斜面造

成浸蚀和表土层流失。

3. 治山工程的必要性和治山计划

当地的沙土流失和荒废状况如前所述。很明显用简易治山工程是无法对这些荒山坡地进行全面治理的。对策基本如下：

① 简易工程可以治理的地方

- 山坡崩塌地
- 浅度崩塌和表层浸蚀
- 小规模河岸崩塌地、坡度平缓或崩塌地上部
- 小规模浸蚀沟

② 简易工程不可以治理的地方

- 大规模山坡崩塌地
- 滑坡
- 大规模河岸崩塌地
- 大规模浸蚀沟
- 山沟荒地（河岸上的不安定沙土、泥石流的淤积、直立状的河岸浸蚀）

和造林计划有关的简易治山工程的对象如下：

- 造林计划地内的荒地，通过简易工程可以恢复造林状况，或防止周围林地崩塌和浸蚀的地方。
- 虽然在造林计划地以外，但是不整治该崩塌地，会对造林地带来崩塌、浸蚀威胁的地方。

简易治山工程不适合于大规模的崩塌地，也无法对应暴雨时水土流失严重，和超越预防森林崩塌、预防水土流失之规模的大型崩塌。也就是说简易治山工程只限于为造林创造环境的范围。到目前为止，林业局并没有实施治山工程的经验。铁路和水利部门为了防止水土流失，建造了一些水泥建筑物。和水土流失相比，这些建筑物显然是不够的。最近，米易县在林业局的指导下开始营造经济林，可以看到他们为了防止水土流失，建筑了一些水泥设施。

6-2 简易治山工程施工地段及施工地段选定基本方针

1. 选择简易治山工程地段

荒废裸地的治山施工实施地段的选定，基于以下想法。

1) 施工地选定方法

各市县分布有大面积的荒废裸地，而且荒废裸地里的崩坏地比较多。在本次调查期间，对这些所有的崩坏地进行实地调查，确定施工方法是不可能的。因此，在过去实地调查的基础上，通过航片判读，掌握了崩坏地的情况。但是，1:25,000的航片上的1mm

相当于现场的 25m, 现场的 10m 在航片上只有 0.4mm 而已, 而且由于拍摄角度的原因, 有的地上对象物不太明显。所以, 判读航片时, 应充分参考实地调查的结果, 尽可能掌握崩坏地的情况。

2) 施工对象的崩坏地

(1) 崩坏地的类型区分

为了设计施工方法的方便, 把崩坏地分为表层崩坏和侵蚀沟两种类型。从施工的观点来说, 各地区的地质、土壤、崩坏的形状、侵蚀状况等的不同。从施工的观点来说, 采取不同的施工方法。

(2) 崩坏地的面积规模

① 表层崩坏

治山工程施工对象的表层崩坏地面积规模最小为 0.01 公顷 (长 10m、宽 10m)。通过实地调查, 确定了施工可能的面积规模最大为 0.10 公顷 (长 50 米宽 20m); 但是, 尽管面积大于 0.1 公顷, 局部坡度不大, 崩坏情况不太严重的地方, 对崩坏地先端部分进行施工, 可期待恢复植被, 防止更大的水土流失。因此, 考虑崩坏地的周围情况, 综合地判断了施工地点。

② 侵蚀沟

侵蚀沟也有平时有流水的, 也有小规模, 形态、规模都不同。治山施工对象是在造林对象地里已经荒废且今后还有继续扩大危险的侵蚀沟, 长度小于 150m。

3) 治山施工对象以外的崩坏地

治山施工对象以外的崩坏地标准如下。

① 规模大的表层崩坏

由于地形、地质、土壤条件等的原因, 山沟的源头部比较集中大规模的表层崩坏地和侵蚀沟, 有的小班全域分布崩坏地。这些小班全域的崩坏地, 只靠简易的治山工程方法, 不可能根本治理水土流失, 因此, 崩坏地分布在小班全域的地段不是治山施工对象。

② 规模大的侵蚀沟

在喜德县和昭觉县可见很多不同规模的侵蚀沟。靠简易的施工方法可期待防止水土流失效果的最长规模约为 150m, 因此, 长于 150m 的侵蚀沟都不是治山规划的对象。

③ 坡度大于 47 度的崩坏地

一般来说坡度大于 40 度的坡面切土导致表层不稳定, 很难建设治山建筑物。尽管如此, 该地区很多崩坏地都分布在坡度 41 至 45 度, 不可忽略陡坡面的崩坏地。因此, 该规划的治山施工对象定为坡度小于 45 度的崩坏地, 大于 46 度的崩坏地不是施工对象。

2. 简易治山施工方法的选定基本想法

造林对象的荒废裸地产生各种形态的崩坏地,而且由于地形、地质、土壤条件的不同崩坏情况各异。对所有类型的崩坏地设定施工方法是不可能,因此,如上述分为两种类型,研究了适合于这两种类型的施工方法。选定施工方法的基本想法如下。

- ① 选择以编栅工程为主的坡面绿化工程(改善并确保植被的生长条件)。
- ② 根据崩坏地的类型和规模,需要组合几个施工方法,尽量避免结构复杂的施工方法。
- ③ 选择使用在当地能采购的材料的施工方法。该地区尽管很难采购木材,广范生长竹子,能够满足强度的要求而且适于编栅,因此,主要施工材料为竹子。考虑上述因素,设定了施工方法组合。

1) 施工方法的选定

(1) 针对表层崩坏地的施工方法

以编栅工程为主,部分采用竹编工程。针对陡坡面(坡度 43 至 46 度)和有冻胀现象的寒冷地以草席覆盖工程为主。

(2) 针对侵蚀沟的施工方法

尽管是规模比较小的侵蚀沟,完全恢复森林植被比较困难,因此,从防止水土流失的扩大的观点来看,以下述想法为主选择施工方法。

- ① 以土袋堆砌工程成为交叉结构物,防止侵蚀沟的纵横向侵蚀。
- ② 土袋里装土和草本种子堆砌,成为水路工程建筑物。
- ③ 针对平时有流水的侵蚀沟,在可能的情况下采用铁丝笼工程。

2) 治山施工材料的选择

选择施工材料的原则是尽量使用当地能采购的材料。部分材料使用量相当多,如果在施工当地不能采购时,在西昌采购,运输。如喜德县和昭觉县竹子分布不多,在西昌购买,运输。关于草席,一般市场没有标准规格的草席,但是可以订做,能满足施工的要求。

3. 制作治山规划图

(1) 制作治山规划图的基本想法

在这次实地调查期间制作了治山规划图,其目的是在图纸上反映崩坏地的现况和治山施工方法。制定治山规划图的基本想法如下。

- ① 以林小班图为基础,比例尺为 1:25,000。
- ② 显示各个小班的崩坏地现状
- ③ 显示各个小班的代表施工方法

(2) 治山规划施工方法区分要领

崩坏地的现况以及施工分类以下述符号表示。

① 崩坏地的现况分类

K1: 1小班内有1至2处崩坏地

K2: 1小班内有3至9处崩坏地

K3: 1小班内有10处以上的崩坏地

② 各类崩坏地的治山施工方法

L1: 针对一般表层崩坏地的施工方法

建设编栅和竹编建筑物,在撒播牧草等草本种子的同时栽植木本树种。

施工对象地为坡度小于40度的表层崩坏地。根据崩坏地的面积作如下区分。

L1-1: 崩坏地的斜面积为0.01至0.03公顷

L1-2: 崩坏地的斜面积为0.04至0.05公顷

L1-3: 崩坏地的斜面积大于0.06公顷

L2: 针对陡坡面以及寒冷地的施工方法

表土露出的部分全部用草席覆盖,在混播牧草种子和木本种子的同时建设竹编工程。施工对象为坡度43至46度的崩坏地以及海拔约高于3,000m的崩坏地。

L3: 针对侵蚀沟的施工方法

施工方法以土袋堆砌工程和水路工程(铁丝笼工程、土袋堆砌型水路工程)为主。施工对象为长度小于150m的侵蚀沟。

L4: 不列入治山规划的崩坏地

崩坏地分布在小班全域的地方、坡度大于47度的崩坏地、长度大于150m的侵蚀沟。

③ 治山工程的紧迫性区分

M1: 紧迫性非常高

M2: 紧迫性高

M3: 一般紧迫性

(3) 确定各个小班的代表施工方法

根据上述施工方法区分要领,确定各个崩坏地段的施工方法,然后按以下标准,确定了各个小班的代表施工方法。

① 只有一种施工方法的小班,其施工方法定为代表施工方法。

② 如一个小班有两种以上的施工方法的组合时,把最多的施工方法定为代表施工方法。

- ③ 如一个小班有两种以上的施工方法,而且各个方法的施工地点数量一致时,以面积最多的施工方法定为代表施工方法。

6-3 施工方法的选定方法和选定结果

1. 简易治山工程的施工地段

1) 利用现有资料掌握崩坏地段的情况

这次实地调查时,充分利用已经制作的林小班图(1:25,000)、森林面积簿和航片等资料掌握了造林对象地区的崩坏地情况,选定了治山施工地段。

2) 各市县的荒废情况和简易治山规划的对象地

(1) 喜德县

喜德县的重点调查区面积 10,050 公顷当中,森林面积簿的荒废裸地面积为 4,277.8 公顷,共有 33 个林班,其中荒废裸地面积占 50%以上的林班约三分之一,都集中在源头部。该地区的崩坏特点和发生原因如下。

- ① 地形形成过程比较复杂,到处可见页岩、泥岩等的硬结块,地质非常脆弱。
- ② 土壤类型属于酸性紫色土,土壤层比较厚,因此由于水渗透,表层土往深部崩坏的崩坏地比较多,到处可见不同大小的崩坏地。

通过判读航片掌握的表层崩坏地和侵蚀沟的地段和面积如下。

表 6-3-1 喜德县的崩坏地和治山施工对象地

荒废裸地面积 (公顷)	表层崩坏地		侵蚀沟		合计		崩坏率 (%)
	地段	面积(公顷)	地段	面积(公顷)	地段	面积(公顷)	
4,277.8	596	15.58	272	277.65	868	293.23	6.9
其中治山施工规划对象	593	14.39	137	7.39	730	21.78	

*崩坏率是表层崩坏地和侵蚀沟的面积合计除荒废裸地面积 *面积是斜面积

荒废裸地面积当中,崩坏地约占 6.9%,为 293 公顷。其中,简易治山施工对象是 730 处、21.78 公顷。有的小班,地块缓慢滑下的滑坡分布在广范围或侵蚀沟比较集中,也有全小班定为崩坏地区(5 林班 22-2 小班-76.10 公顷、30 林班 11-2、16、17、24、26、29,合计面积为 175.9 公顷)。该县侵蚀沟比较多,宽度不大,长度比较长,所以定为治山规划的对象崩坏地约一半。治山施工对象的崩坏地的特点如下。

- ① 表层崩坏当中,最多的面积规模是 0.01 公顷,大部分分布在坡度 26 至 30 度,其次是 21 至 25 度、41 至 45 度。
- ② 侵蚀沟的最多长度规模是 101~150m,其次是 151~200m。最多的宽度规模是 3、4m。

(各市县的崩坏地的情况如附件资料编中图 6-3-1,治山施工对象的崩坏地的情况如附

(2) 昭觉县

昭觉县的重点调查区 9,500 公顷当中, 荒废裸地面积为 3,898.0 公顷。流经西昌市的东河的源头和流经喜德县的孙水河的源头都在于昭觉县, 共有 33 个林班, 其中崩坏地面积占 50% 以上的林班有三分之一以上, 大多分布在米市河上游。该地区的崩坏地的特点和发生原因如下。

- ① 尽管昭觉县的山顶部是比较平坦, 孙水河上游和东河上游等荒废裸地比较多的林班有很多规模小的表层崩坏地, 也有很多侵蚀沟, 逐渐扩大。
- ② 东河上游的土壤属于酸性紫色土, 很容易受侵蚀, 土壤层比较厚, 产生大规模的侵蚀沟。源头部有侵蚀沟和规模较大的表层崩坏同时发生的地方(如 6 林班)。
- ③ 约三分之二以上的荒废裸地分布在海拔 3,000m 以上, 由于冬天夜间和白天的气温差大, 反复出现表土冻结和融化现象, 导致扩大表层崩坏。

通过判读航片掌握的表层崩坏地和侵蚀沟的地段和面积如下。

表 6-3-2 昭觉县的崩坏地和治山施工对象地

荒废裸地面积 (公顷)	表层崩坏地		侵蚀沟		合计		崩坏率 (%)
	地段	面积(公顷)	地段	面积(公顷)	地段	面积(公顷)	
3,898.0	439	156.12	231	28.87	670	184.99	4.7
其中治山施工规划对象	427	21.26	148	8.68	575	29.94	

*崩坏率是表层崩坏地和侵蚀沟的面积合计除以荒废裸地面积 *面积是斜面积

荒废裸地面积中, 崩坏地约占 4.7%, 面积为 184.99 公顷。其中, 简易治山施工对象是 575 处、29.94 公顷。6 林班的 24、25-1、25-2、25-3 小班比较集中大规模的侵蚀沟和地块缓慢滑下型的滑坡, 小班全域共 128.9 公顷定为崩坏地。该县侵蚀沟也比较多, 尽管宽度不大, 长度比较长, 定为治山工程对象的地段占整个崩坏地的约 64%。治山施工对象的崩坏地的特点如下。

- ① 表层崩坏当中, 最多的面积规模是 0.01 公顷, 分布在坡度 21 至 25 度, 其次是 26 至 30 度。与喜德县、西昌市、米易县相比分布在坡度 41 至 45 度的崩坏地不多。
- ② 侵蚀沟的最多长度规模是 101 至 150m, 其次是 151 至 200m。最多的宽度规模是 3、4m。

(3) 西昌市

西昌市的重点调查区面积 9,912 公顷当中, 荒废裸地面积为 1,695.6 公顷, 共有 37 个林班, 没有荒废裸地面积占 50% 以上的林班。该地区的崩坏地的特点和发生原因如下。

- ① 广泛地分布到深层风化花岗岩, 地质比较脆弱, 所以很容易产生表层崩坏, 也

很容易受侵蚀。

② 规模小的崩塌地比较多, 风化花岗岩的细粒泥沙流出到下游扇形地, 成为下游河床的泥沙淤积的原因。

通过判读航片掌握的表层崩塌地和侵蚀沟的地段和面积如下。

表 6-3-3 西昌市的崩塌地和治山施工对象地

荒废裸地面积 (公顷)	表层崩塌地		侵蚀沟		合计		崩坏率 (%)
	地段	面积(公顷)	地段	面积(公顷)	地段	面积(公顷)	
1695.6	418	60.28	49	11.00	467	71.28	4.2
其中治山规划对象	346	26.66	39	3.39	385	30.05	

*崩坏率是表层崩塌地和侵蚀沟的面积合计除以荒废裸地面积 *面积是斜面积

荒废裸地面积当中, 崩塌地约占 4.2%, 为 71.28 公顷。其中, 简易治山施工对象是 385 处、30.05 公顷。西昌市的崩塌地, 大部分都是表层崩塌, 侵蚀沟很少。治山施工对象的崩塌地的特点如下。

- ① 表层崩塌当中, 最多的面积规模是 0.01 公顷和 0.03 公顷, 其次是 0.02 公顷、0.04 公顷, 也有 0.11 公顷以上的大面积崩塌。
- ② 看表层崩塌的坡度, 大多分布在坡度 36 至 40 度, 其次是 41 至 45 度, 陡坡面的崩塌地比较多。
- ③ 侵蚀沟当中, 最多的长度规模是 51 到 100m, 其次是 101 至 150m, 最多的宽度规模是 5m, 其次是 10m 和 7m, 宽度较大的侵蚀沟比较多。

(4) 德昌县

德昌县的重点调查区面积 10,201 公顷当中, 荒废裸地面积是 1,387.7 公顷, 共有 20 个林班。荒废裸地面积最多的 6、8、9 林班, 只占 38%、38%、24%, 荒废裸地比较少。德昌县森林面积比较大, 荒废裸地少, 崩塌地也少。该地区的崩塌地的特点和发生原因如下。

- ① 仁寿沟看起来崩塌地多, 但主要发生在耕地, 荒废裸地面积不多, 治山施工对象地也比较少。
- ② 仁寿沟源头部的马路地区, 荒废裸地面积多, 但是地形比较平坦, 崩塌地不多。
- ③ 11 林班, 在陡坡面建设公路, 可看见几处侵蚀沟。
- ④ 米米屋基地区, 荒废裸地占 32%, 尽管坡度小于 30 度, 比较缓慢, 但有几个大规模的山沟崩塌地和表层崩塌地, 导致山沟的泥沙淤积, 成为下游河流的泥沙淤积的原因。长度或宽度大于 100m 的崩塌地有 7 处, 包括这 7 处在内, 共 10 处崩塌地连接, 面积相当于 6.17 公顷。

通过判读航片掌握的表层崩坏地和侵蚀沟的地段和面积如下。

表 6-3-4 德昌县的崩坏地和治山施工对象地

荒废裸地面积 (公顷)	表层崩坏地		侵蚀沟		合计		崩坏率 (%)
	地段	面积(公顷)	地段	面积(公顷)	地段	面积(公顷)	
1387.3	87	7.59	35	3.90	122	11.49	0.83
其中治山规划对象	77	1.42	20	1.35	97	2.77	

*崩坏率是表层崩坏地和侵蚀沟的面积合计除以荒废裸地面积 *面积是斜面积

荒废裸地面积当中,崩坏地约占 0.8%,为 11.49 公顷,其中简易治山施工对象是 97 处、2.77 公顷。

治山施工对象的崩坏地的特点如下。

- ① 表层崩坏当中,最多的面积规模是 0.01 公顷。
- ② 表层崩坏主要分布在坡度 26 至 30 度,其次是 21 至 25 度,没有分布在 41 至 45 度的崩坏地。与其它市县相比陡坡度的崩坏地不多。
- ③ 治山施工对象的侵蚀沟当中,最多的长度规模是 101 至 150m,其次是 151 至 200m。最多宽度是 3、4m。

(5) 米易县

米易县的重点调查区面积 9,910 公顷当中,荒废裸地面积是 2,665.8 公顷。共有 20 个林班,其中荒废裸地面积占 50%以上的林班有 3 个(1、13、20 林班),所有的林班分布荒废裸地。该地区的崩坏地的特点和发生原因如下。

- ① 总的来说崩坏地较少,但是局部地质比较脆弱,很容易受侵蚀的地方和上游陡坡面发生表层崩坏和山沟的塌方。
 - ② 安宁河下游,陡坡面面向河流,有很多小规模滑坡。
- 通过判读航片掌握的表层崩坏地和侵蚀沟的地段和面积如下。

表 6-3-5 米易县的崩坏地和治山施工对象地

荒废裸地面积 (公顷)	表层崩坏地		侵蚀沟		合计		崩坏率 (%)
	地段	面积(公顷)	地段	面积(公顷)	地段	面积(公顷)	
2665.8	541	37.64	84	8.36	625	46.00	1.72
其中治山规划对象	515	21.34	46	2.67	561	24.01	

*崩坏率是表层崩坏地和侵蚀沟的面积合计除以荒废裸地面积 *面积是斜面积

荒废裸地面积当中,崩坏地约占 1.72%,为 46.00 公顷。其中简易治山施工对象是 561 处、24.01 公顷。

治山施工对象的崩坏地的特点如下。

- ① 治山施工对象的崩坏地当中,最多的面积规模是 0.01 公顷。其次是 0.05 公顷、0.02 公顷、0.03 公顷。
- ② 表层崩坏主要分布在坡度 41 至 45 度,其次是 31 至 35 度、36 至 40 度,与其它市县相比陡坡面的崩坏地比较多。
- ③ 治山施工对象的侵蚀沟当中,最多的长度规模是 151 至 200m,其次是 101 至 150m。

5 市县的崩坏地和治山规划对象地的统计如下。

表 6-3-6 5 市县的崩坏地和治山施工对象地

荒废裸地面积 (公顷)	表层崩坏地		侵蚀沟		合计		崩坏率 (%)
	地段	面积(公顷)	地段	面积(公顷)	地段	面积(公顷)	
13,924.5	2,081	277.21	671	329,775	2,752	606,985	4.36
其中治山规划对象	1,958	85.07	390	23.475	2,348	108,545	

*崩坏率是表层崩坏地和侵蚀沟的面积合计除以荒废裸地面积 *面积是斜面积

2. 治山施工方法

1) 施工方法的选择

一般来说治山工程的目的在于治理滑坡地段,防止水土流失。其施工方法大致可分为治理溪流的泥沙流出的水利工程和治理滑坡的护坡工程。该规划的主要目的是通过对荒山荒地植树造林以减少水土流失。另一方面,对造林规划对象地存在的滑坡地段,通过简易的治理工程恢复森林植被或者防止滑坡的扩大,由此提高造林效果。因此,从提高造林效果的宗旨来说,治山规划是以面积规模较小的滑坡地段为对象的简易的治山方法,面积规模较大的滑坡地段不是该规划的对象。在日本一般来说,坡面治理工程分为以下几种。

<山坡面的基础治理工程方法>

- 切坡工程(*)
- 挡土工程
- 渠系工程(*)
- 沉埋工程
- 框格护坡工程
- 其它

<山坡面的植被绿化工程>

- 编栅工程(*)
- 坡改梯工程(*)
- 直播工程(*)
- 覆盖工程(*)
- 栽植工程(*)
- 其它

注:(*)是该规划中采取的施工方法

该规划的治山工程是简易的治山工程,主要的材料原则上都使用当地能购买的材料。因为在中国的森林保护政策上现在不准砍伐,所以除了部分必要强度的材料以外,主要使用竹子。另外,因为该地区没有治山工程的实施经验,所以施工方法尽量采用不太复杂的结构,从材料的筹备地方和施工效果来考虑,选择了以下几种施工方法。各个施工方法的模式图如别图 5-3-3。

(1) 针对滑坡的施工方法

a. 编栅工程①

使用木桩, 编栅结构部分使用竹子。这种方法强度较高, 能够承受一定的土压。在几个施工方法当中, 施工单价最高, 为 208 元/10m。

b. 编栅工程②

竹桩、竹编等所有的结构使用竹子。这种结构的高度比编栅工程① 约低 10cm, 施工单价也比它约低 22%。

c. 竹编工程①

与编栅工程② 同样, 所有的材料使用竹子, 但是其结构比编栅工程② 更简易, 高度也比它约低 10cm 左右。施工单价比它约低 27%。

d. 竹编工程②

与竹编工程① 同样, 所有的材料使用竹子, 但是结构比竹编工程① 更简易, 不切开坡面, 直接打竹桩。施工单价也比它约低 33%。

e. 草席覆盖工程

先撒播木本、草本(牧草)种子和肥料, 覆盖尺寸宽 1m 长 2m 的草席, 用铁桩固定。为了使木本和草本种子发芽、生长, 使用大眼草席。这种施工方法适合于不可切坡的陡坡面(坡度 43 至 46 度)和表土容易冻胀的寒冷地。

(2) 针对侵蚀沟的施工方法

a. 土袋堆砌工程

宽 40cm 长 70cm 的布袋或合成树脂袋里装土和少量水泥, 横着堆砌在侵蚀沟底面和侧面, 土袋堆砌高度约为 75cm, 用铁桩固定。这种方法有利于控制侵蚀和水土流失地段的扩大, 也能成为水路工程的支撑结构。

b. 铁丝笼工程

因为该地区没有现成的铁丝笼, 所以先用直径 2 毫米的铁丝编制宽 1m 长 2m 高 0.4m 左右的铁丝笼, 装卵石。因为大部分的冲沟有流水和泉水现象, 所以这种施工方法对这些地段有效果。但是, 只有在施工地段附近有采石场可才能采用该施工方法。

c. 土袋堆砌型水路工程

宽 40cm 长 60cm 的布袋或合成树脂袋里装土、肥料、草本种子, 堆砌在侵蚀沟的底面, 用铁桩固定, 形成水路状。通过使草本种子发芽生长防止冲沟的流水分流、侵蚀, 同时可以期待草本繁殖在周围的坡面, 提高陡坡面的植被覆盖率。

2) 治山工程的施工材料

因为该规划的治山工程是简易的方法。所以使用的施工材料应该都是在当地能够

购买,满足施工要求的,而且一次性能筹备相当数量的材料。

a. 木桩

在几个施工方法当中,编棚工程①需要一定强度的材料。尽管禁止砍伐,不能简单购买一定量的木材,但关键结构还得使用木桩。在该地区水青岗(*Fagus Longipetiolata*)的材质比较坚硬,而且价格也比较便宜。另外,在西昌市七、八年前栽植的桉树已达到采伐期。这两个树种比较合适于做木桩。

b. 竹子

竹子是作为编棚工程和竹编工程的竹桩或编织材料,是使用量最多的材料。在该地区,西昌市、德昌县、米易县的居民房屋附近比较多,但是喜德县、昭觉县几乎不分布。该地区有两个品种,其中竹节间距较长,竹皮较薄的慈竹(*Sinocalamus affinis*)合适于编棚结构。竹皮较厚的麻竹(*S. latiblorus*),具有一定的强度,合适用于竹桩,但是由于价格比较高,所以作为该规划的竹编工程材料,主要使用慈竹。

·慈竹(*Saffinis*) 别名:钓鱼慈、甜慈

竹节间距较长,竹皮较薄,厚度较均匀,合适用于竹编材料。长可达10m,直径约5cm。

·麻竹(*Saffinis*) 别名:大叶竹、南竹、大头典竹

竹皮比慈竹厚,竹干很粗,不太合适于编棚材料。价格是慈竹的两三倍。但是,部分需要一定的强度的结构应使用麻竹。

c. 稻草

在水稻不多的喜德县和昭觉县很难购买稻草,但是在其它市县比较容易筹备。

d. 草席

作为草席覆盖工程的主要材料,使用相当数量的草席,在当地可以订做。

e. 土袋

是装土用于土袋堆砌型水路工程和土袋堆砌工程的,在当地能购买。

f. 铁桩

是钢铁的桩子,在当地能购买。

g. 铁丝、水泥、肥料

在一般市场可以容易购买。

3) 材料和人工费等的单价

(1) 材料

通过向各市县林业局发调查表的形式,掌握了材料的价格。其结果了解了不同地区价格差距较大,而且市场价格的浮动也较大。综合考虑不同地区的价格差,确定了该规划所需要的材料价格,如附件资料编表5-3-2。

(2) 人工费

随着从计划经济转到市场经济,人工费也按照市场而规定。该地区的人工费,

一般是 40 元/人/天。

(3) 运输费

通过对运输行业进行调查,了解了该地区的汽车公路运输费一般按 1.2 元/吨·公里标准计算。因为该规划的治山工程对象地离公路末端比较远,不得不靠人力运输。通过和中方专家以及当地林业局的讨论,人力运输量和距离设定为 40kg·4km /人·天,人工费定为 40 元/人·天,即 0.25 元/kg·km, 按此标准计算。

4) 简易治山工程所需要的木本和草本

护坡工程的最终目的是绿化,即通过坡面栽植,恢复植被,减少水土流失。一般崩坏地的坡面表土不稳定,缺乏土壤养分,不可期待自然恢复植被。因此,通过建设人工结构物,使表土稳定,植树或播草种,恢复植被,由此防止水土流失。

在该地区,以编棚工程、竹编工程为主,局部采用草席覆盖工程,提供有助于植被生长的条件,栽植木本的同时播种草本护坡。因为该地区的自然条件比较严峻,需要充分研究适合于当地自然条件的木本和草本。适于该规划施工方法的木本和草本的组合如下。

表 6-3-7 护坡工程所使用的木本、草本

护坡工程方法	木本和草本的组合
编棚工程① ②	栽植木本+牧草种子(草本)+插干
竹编工程①	栽植木本+牧草种子(草本)+插干
竹编工程②	牧草种子(草本)+插干木
草席覆盖工程	木本种子和草本种子(牧草)混播
土袋堆砌水路工程	草本种子(牧草)

注 1: 做该规划时,研究了适于各种条件的牧草,最好和乡土草本混播。如果施工地点附近生长乡土草本,替播草本种子,栽植乡土草本。这次列举了 4 种乡土草本(参考附件资料编表 5-3-2(2)),今后还得找出可使用的草本。

注 2: 草席覆盖工程,撒播木本种子,必须选定适于直播的树种。

(1) 用于护坡工程的木本

编棚工程①、②和竹编工程①的填土部分必须栽植木本。在日本崩坏地的栽植株数比一般造林的栽植株数多,土壤条件良好的地方为 3,000 至 5,000 株/公顷、土壤条件较差的地方为 8,000 至 12,000 株/公顷。用于护坡工程的木本的条件如下。

- 生长力旺盛
- 根系良好,土壤紧缚度较大
- 抗瘠薄、抗旱、抗寒、抗虫害性较强
- 可改良土壤
- 容易采购

一般一个树种不能满足上述所有的条件,最好不同特点的树种混植。

- 浅根性和深根性
- 肥料木(豆科)和其他树种
- 针叶树和阔叶树
- 乔木和灌木

作为治山用树种列举了 13 种(附件资料编表 5-3-2(2))。因为 5 市县的自然条件不一样,各有特点(如高海拔、干热河谷等),所以必须选定适于各地区的自然条件的木本。

除了栽植木本以外,编栅工程和竹编工程的填土部分插干。这次只列举了白杨,但还要研究适于插干的树种。

(2) 用于护坡工程的草本

荒地和崩坏地的绿化护坡工程时,必须播种木本和草本。一般撒播对恶劣自然条件的适应力较强的牧草,如果条件合适的话,混播乡土草本。撒播的草本应有下述条件。

- 对恶劣自然条件的适应力和抗性较强
- 生长初期和生长后的地表覆盖效果大
- 生长旺盛,叶量多
- 根系良好,有土壤紧缚效果
- 多年生,生长持久性强
- 具有土壤改良效果

一般来说牧草在自然条件比较严峻的地方也可发芽、生长。牧草有「寒地型」和「暖地型」,即寒地型,夏季高温时停止生长,适于寒冷地,反而,暖地型,夏季高温时旺盛生长。在掌握这两种不同类型的特点的基础上,应选择适于该地区的自然条件的牧草。暖地型草本的发芽温度约为 25℃,发芽界限温度是约 10℃。另一方面,寒地型草本的发芽温度约为 20℃,发芽界限温度是约 5℃。牧草有属于禾本科和豆科的,最好混播不同科的牧草。

(3) 草席覆盖工程的播种量

草席覆盖工程是在表土露出面,先播草本·木本种子和肥料,覆盖肥土后,用草席覆盖的方法,应该混播不同种类的草本和木本。播种量的算出如下。

$$W = \frac{G}{S \cdot P \cdot B}$$

- W: 播种重量(g)
- P: 纯度(%)
- G: 发芽期待株数
- B: 发芽率(%)
- S: 平均粒数(粒/g)

注：日本的播重量标准如下。

1. 发芽期待株数为 6,000 株/m²混播时, 草本的发芽期待株数为 4,000~5,000 株/m²。木本种子的发芽期待株数为 1,000~2,000 株/m²。
2. 木本和草本混播时, 由于木本初期生长较慢, 受被压, 所以, 应该选择初期生长较快而且抗压性较强的木本, 与此同时减少草本的播种量。但是, 不可大幅度地减少草本的播种量, 最佳木本和草本的播种比率为 1:1~1:2。

在日本, 一般混播 2~3 种外来草本和 1~2 种乡土草本, 还加 1~2 种木本。该调查时, 以 2 种草本和 2 种木本为标准算出了播种量, 其计算例如附件资料编表 6-3-4(6)。关于包括播种量在内的各种问题, 需要累积经验, 得出最佳的数值。

6-4 治山施工的实施规划

1. 不同滑坡类型和面积规模的施工方法组合以及施工单价

因为按滑坡类型、面积规模的不同, 施工方法也不一样, 而且一个滑坡地段需要组合几种施工方法, 所以决定施工方法时, 首先根据滑坡形态分为表层崩坏地和侵蚀沟两种类型。为了尽量反映实际情况, 设定了施工方法的模式, 掌握了不同类型和面积规模的滑坡地段的施工费用, 最终算出了治山工程的总费用。

1) 表层崩坏(L1-1、L1-2、L1-3)

(1) 组合施工方法的主要想法

几个施工方法组合的基本想法如下。

a. 编栅工程①

这是防止泥沙的流出, 固定坡面的主要方法。斜距每隔 5m 设置编栅结构物。对小规模的滑坡地段, 代替编栅工程① 采用不需要切坡的竹编工程②

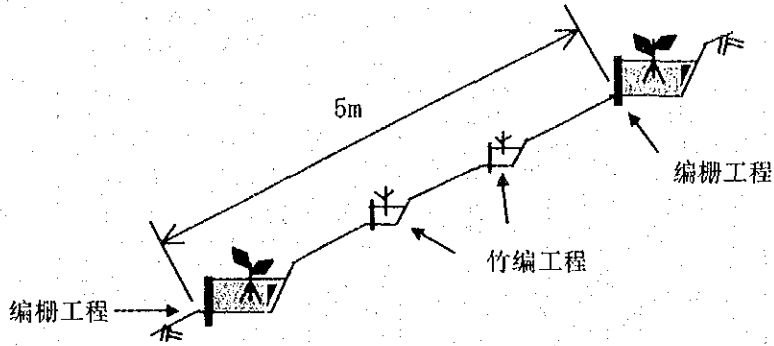
b. 编栅工程②

斜距每隔 5m 设置的编栅结构物中间还设置两行竹编结构物(竹编工程① 或②), 撒播种子(木本或草本种子)。竹编工程② 用于不可切坡的坡度较大的地段。

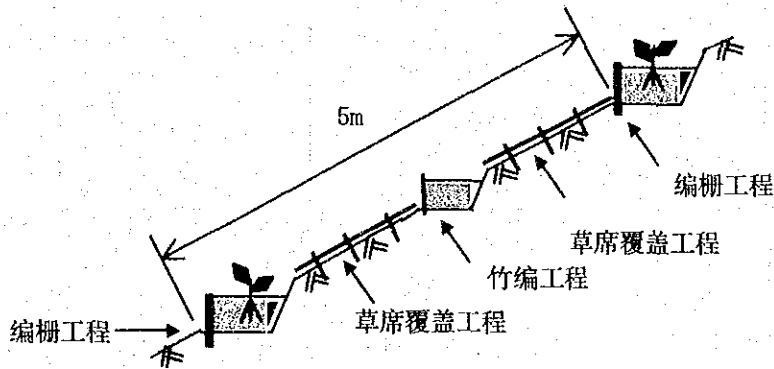
c. 草席复盖工程

一般来说, 崩坏地的坡度比较大, 如坡度和滑坡地段数的相关图(附件资料编表 5-3-2)所示, 坡度 41~45 度坡面存在很多崩坏地。对表层崩坏地的主要施工方法定为编栅工程和竹编工程, 如果有局部不可切坡的地段, 采用草席复盖工程。

以编栅工程和竹编工程为主的护坡工程模式



编栅工程，竹编工程和局部草席覆盖工程的组合模式



约0.01公顷的小规模崩塌地的施工模式

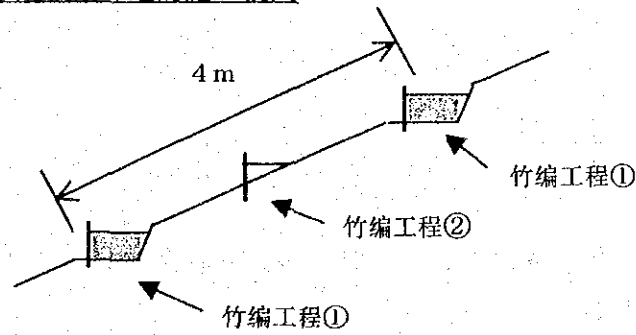
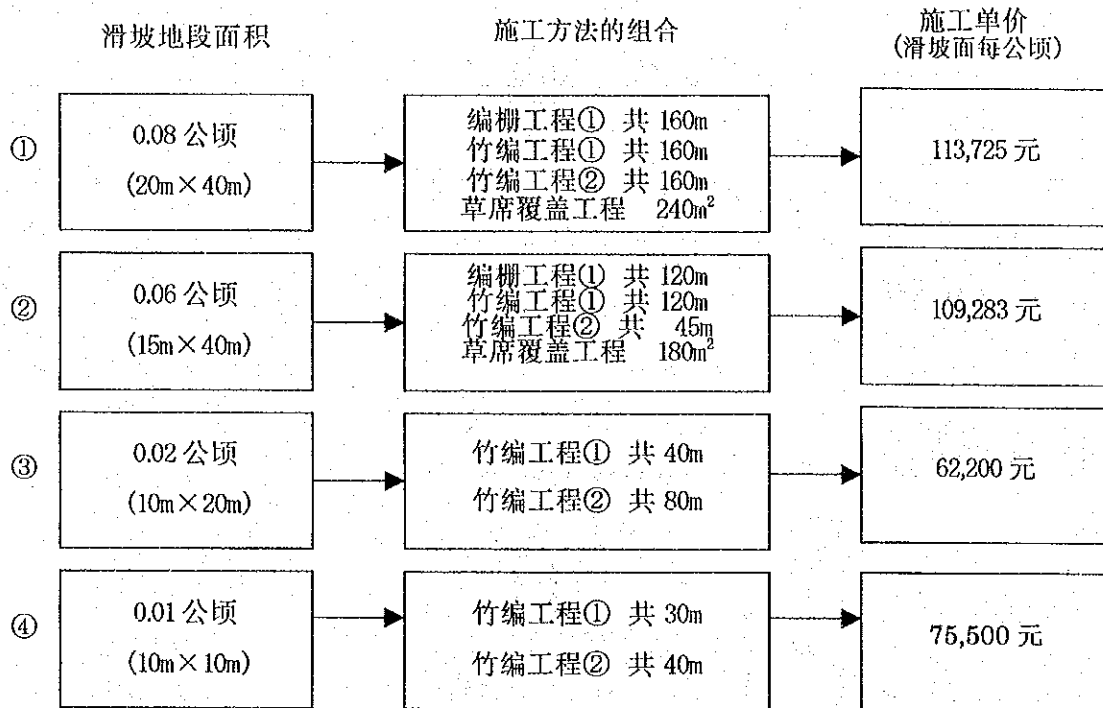


图 6-4-1 护坡工程模式图(1)

(2) 施工单价



注 1:个别施工方法的单价如附件资料编表 6-3-4。

综上所述,研究不同崩坏面积的施工费用的变化倾向,设定了如下不同施工方法的单价。

表 6-4-1 表层崩坏规地的施工单价表

滑坡面积	施工方法	单价
0.01~0.03 公顷	L1-1	71.1 千元/公顷
0.04~0.05 公顷	L1-2	96.8 千元/公顷
0.06 公顷~	L1-3	121.8 千元/公顷

2) 陡坡面(坡度 43~46 度)的崩坏地以及寒冷地区的崩坏地(施工区分: L2)

(1) 组合施工方法的基本想法

该地区坡度 41 至 45 度的坡面存在很多崩坏地。陡坡面如果为了治山工程的施工开挖坡面反而表层不稳定,导致崩坏面积的扩大。所以选择施工方法时尽量考虑切坡量较少的方法。另外,昭觉县和喜德县等高海拔地区,夜间气温下降到零下,土中水分冻结使表土隆起,随着气温上升融化,慢慢崩塌,由于长时间反复出现这种现象,导致发生新的崩坏地段或现有崩坏地的扩大。因此,出现表土冻胀的地方,最好采用草席覆盖工程。这种寒冷地区以草席覆盖工程为主要的施工方法,每隔 5m 设编

棚工程,中间设一行竹编工程,在表土露出部分撒播木本、草本种子和肥料后覆盖草席,用铁桩固定。

以草席覆盖工程为主的施工模式

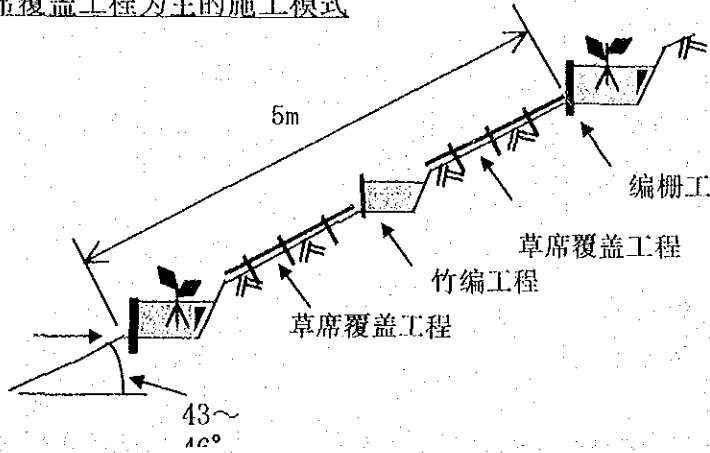


图 6-4-2 护坡工程模式图(2)

(2) 施工单价

	滑坡地段面积	施工方法的组合	施工单价 (滑坡面每公顷)
①	0.08 公顷 (20m×40m)	编棚工程① 共 160m 竹编工程① 共 160m 草席覆盖工程 640m ²	150,800 元
②	0.07 公顷 (20m×35m)	编棚工程① 共 140m 竹编工程① 共 140m 草席覆盖工程 540m ²	150,800 元
③	0.04 公顷 (20m×20m)	编棚工程② 共 60m 竹编工程① 共 40m 草席覆盖工程 400m ²	137,500 元
④	0.02 公顷 (10m×20m)	编棚工程② 共 30m 竹编工程① 共 20m 草席覆盖工程 200m ²	137,500 元

备注 1:以草席覆盖工程为主要施工方法

备注 2: 个别施工方法的单价如附件资料编表 6-3-4

根据以上结果,从崩坏面积和施工单价的相关关系来算出不同崩坏面积的平均施工单之后,求出其平均值,成为陡坡面和寒冷地区的施工单价。

表 6-4-2 草席覆盖工程的施工单价表

滑坡面积	施工方法	平均单价
0.01~0.05 公顷	138.23 千元/公顷	164.4 千元/公顷
0.06~0.10 公顷	151.38 千元/公顷	
0.11~0.15 公顷	163.66 千元/公顷	
0.16~0.20 公顷	177.69 千元/公顷	
0.21~0.25 公顷	190.85 千元/公顷	

3) 侵蚀沟(施工分类:L3)

(1) 施工方法组合的主要想法

施工方法组合的基本想法如下。

a. 土袋堆砌工程

把土袋横向堆砌在侵蚀沟底面和侧面,堆砌高达约 0.75m,由此防止侵蚀扩大,泥沙流出,同时成为水路工程的支撑结构。斜距每隔 10m 设置。

b. 土袋堆砌型水路工程

宽 40cm、长 60cm 的土袋里装草本种子、肥料、腐殖土,堆砌在侵蚀沟的底面,形成宽 1m 左右的水路,用铁桩固定。通过使草本种子发芽,生长,防止侵蚀沟的流水集中和侵蚀,同时草本繁殖在周围的坡面,提高植被覆盖率,能控制侵蚀扩大,有利于表土稳定。

c. 铁丝笼工程

大部分的侵蚀沟有流水和泉水,这种施工方法对这些地段有效果。

侵蚀沟的施工模式

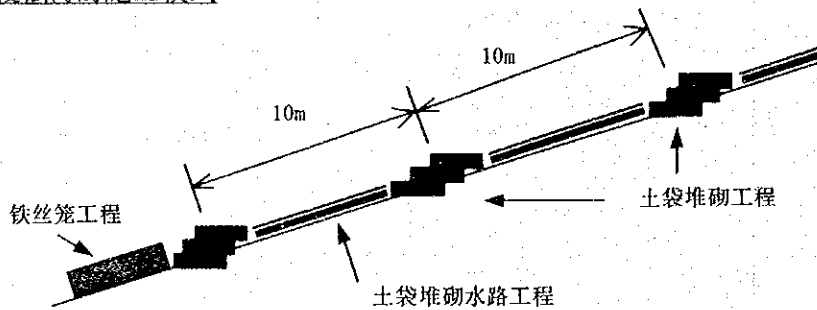


图 6-4-3 护坡工程模式图(3)

(2) 施工单价

	滑坡地段面积	施工方法的组合	施工单价 (滑坡面每公顷)
①	0.10 公顷 (10m×100m)	土袋堆砌工程 共 100m 铁丝笼工程 共 20m 土袋堆砌水路工程 共 80m	240,020 元
②	0.06 公顷 (7m×80m)	土袋堆砌工程 共 56m 铁丝笼工程 共 10m 土袋堆砌水路工程 共 70m	245,417 元
③	0.03 公顷 (5m×60m)	土袋堆砌工程 共 30m 铁丝笼工程 共 10m 土袋堆砌水路工程 共 50m	293,167 元
④	0.02 公顷 (5m×40m)	土袋堆砌工程 共 56m 土袋堆砌水路工程 共 40m	293,800 元

看起来侵蚀沟的面积越大, 施工费用越便宜, 这起因于侵蚀沟的施工部分只是底部, 与侵蚀沟的面积无关。根据上述结果, 从侵蚀沟的面积与施工单价的相关关系来得出不同面积的施工单价。

表 6-4-3 侵蚀沟的施工单价表

侵蚀沟面积	施工方法	单价
0.03 公顷以下	L3(a)	303.9 千元/公顷
0.04~0.09 公顷	L3(b)	253.4 千元/公顷
0.10 公顷以上	L3(c)	236.5 千元/公顷

各市县的销售单价如表 6-4-4。

表 6-4-4 为估算施工费用使用的平均单价

治山工程施工区分		符号	施工单价 (千元/公顷)
护坡工程	施工对象		
1. 一般施工方法			
① 编棚工程、竹编工程、草本和木本混播·栽植	崩塌地面积 0.01~0.03公顷	L1-1	71.1
② 编棚工程、竹编工程、草本和木本混播·栽植	崩塌地面积 0.04~0.05公顷	L1-2	96.8
③ 编棚工程、竹编工程、草本和木本混播·栽植	崩塌地面积 大于0.06公顷	L1-3	121.8
2. 草席覆盖工程和牧草·木本混播			
	坡度43°~46°的 崩塌地	L2	164.4
	寒冷地	L2	164.4
3. 针对侵蚀沟的工程(以土袋堆砌工程、铁丝笼工程、土袋堆砌沟渠工程为主)			
	长度小于约150m的 侵蚀沟	L3	
	小于0.03公顷	L3(a)	303.9
	0.04~0.09公顷	L3(b)	253.4
	大于0.10公顷	L3(c)	236.5

注: 施工单价是崩塌地(包括侵蚀沟)每1公顷的施工费

2. 各市县的治山工程总施工费用

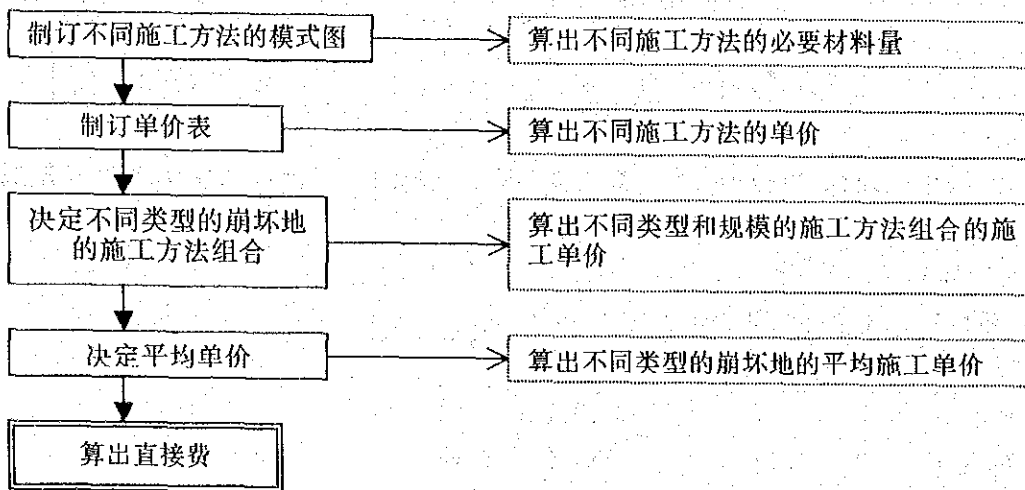
制定造林规划时,应该算出各市县的治山工程总施工费用。算出该规划的治山施工费用时,充分参考日本和中国的事例,设定费用项目,算出了总施工费用。

1) 直接费

直接费以材料费、人工费和运输费组成。

(1) 材料费和人工费的计算

根据各个施工方法的单价,算出几个施工方法组合的平均单价,乘不同类型的崩塌面积,得出了材料费和人工费。其算出过程如下(参考附件资料编表 6-3-6)。



施工单价表是以单位数量算出不同施工方法的费用的计算表,是计算施工费用的最基础而很重要的表。其组成项目是如下。

- 根据各个施工方法模式决定的单位数量的治山工程建筑物所需要的材料量 (a_1 、 a_2 、 a_3 ·····)
- 各个施工材料的单价 (b_1 、 b_2 、 b_3 ·····)
- 不同施工工作(例:打桩、编栅、基坑开挖等)的劳动定额* (c_1 、 c_2 、 c_3 ·····)。
注:劳动定额指一人一天的工作量,以 $\times\times$ 人/单位工作量/天表示,是计算施工费用的重要因素。
- 人工费单价 (d)

2) 间接费(常规性设施、器材费)

在日本一般把施工机械的运输费、施工准备费、施工机械操作人的人工费、防止事故损失费、技术管理费、施工机械维修费、安全费等有关使用施工机械所发生的费用算为一种间接费,用一定的百分比算出,其中最大的系数百分比是防止事故损失费的 21.0%。该规划,上述几个项目都列入在间接费用当中,间接费的百分比定为直接费的 20%。

表6-4-5 施工材料运输费

重量/费用		市县					合计
		喜德县	昭觉县	西昌市	德昌县	米易县	
L1	运输重量(t)	169.78	97.54	573.18	39.94	398.36	1,278.80
	运输费(千元)	441.7	58.6	251.1	32.0	125.1	908.5
L2	运输重量(t)	205.78	438.49	154.55	0.00	147.68	946.50
	运输费(千元)	455.8	551.1	124.7	0.0	55.6	1,187.2
L3	运输重量(t)	370.05	435.05	169.90	67.41	133.82	1,176.23
	运输费(千元)	976.9	413.6	93.6	35.2	43.6	1,562.9
计	运输重量(t)	745.61	971.08	897.63	107.35	679.86	3,401.53
	运输费(千元)	1,874.4	1,023.3	469.4	67.2	224.3	3,658.6

表6-4-6 施工总费用

单位:千元

经费项目		市县					合计
		喜德县	昭觉县	西昌市	德昌县	米易县	
直接费(A) (材料费、人工费)		3,845.5	5,569.1	4,199.0	460.9	3,322.1	17,396.6
运输费(B)		1,874.4	1,023.3	469.4	67.2	224.3	3,658.6
间接费 (A+B) × 20%		1,144.0	1,318.5	933.7	105.6	709.3	4,211.0
计		6,863.9	7,910.9	5,602.1	633.7	4,255.7	25,266.2

3. 关于治山工程施工期

治山工程实施时,应该做仔细的施工计划,特别要注意的事项如下。

① 考虑雨季的因素

该地区的年降雨量集中在5月至10月的雨季。因为山区的公路路面情况较差,雨季车辆很难通行,而且进行土木工程工作也比较困难。因此,应尽量避免雨季施工。另一方面,该规划包含栽植护坡工程,栽植工作必须在雨季前完成。

② 寒冷地的施工

在喜德县和昭觉县,冬季表土容易冻胀,导致建筑物的基础弱化,因此,应避免冬季(12月至2月)的施工。考虑到这些因素,研究了施工期。

表6-4-7 施工表

	1月	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<雨季>					←	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
喜德县			←	←	←						←	←
昭觉县			←	←	←						←	←
西昌市		←	←	←	←						←	←
德昌县			←	←	←						←	←
米易县	←	←	←	←	←						←	←

注：1. ← 指护坡工程的施工期间
 2. ↔ 指栽植、播种工作
 3. ↔ 指没有冻胀危险的地段的施工

6-5 今后的课题

该调查期间在 5 市县的比较广范围, 在一定的期间内进行实地调查, 掌握了崩坏状况, 根据已有资料的基础上, 制定了治山规划, 我认为得到了较好的结果。但是, 从治山工程的实施和通过造林防止整个安宁河流域的水土流失的宏观目的来看, 还有几个课题。

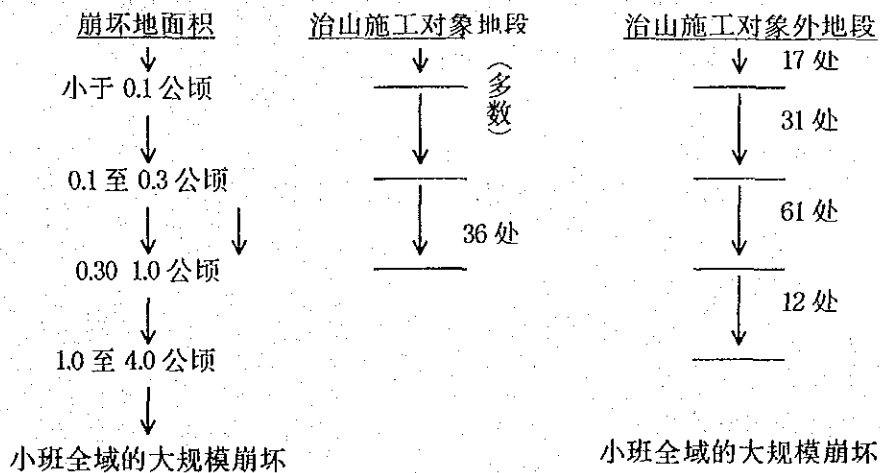
(1) 需要详细的施工计划

施工时, 首先对与造林的关系、治山工程材料的采购和运输以及施工时期等问题进行仔细的研究, 做比较详细的施工计划。

(2) 针对大规模的崩坏地的对策

一般来说, 靠简易施工方法可期待防止水土流失效果的最大崩坏地面积规模约为 0.01 公顷(50m×20m), 但是, 该地区, 不同条件的地方产生各种形态和规模的崩坏地, 因此, 只考虑面积规模判断可否实施治山工程比较困难。这次调查时, 判读航片得到了崩坏地的面积、坡度等基础的数据, 对此研究了是否能实施治山工程, 制定了治山规划。崩坏地的面积和施工对象地段总结为如下。

表层崩坏地的面积和施工对象地段(5 市县)



① 关于治山施工对象地段

各市县都有大于 0.10 公顷的崩塌地, 0.3 至 1.0 公顷左右的崩塌地有 36 处。尽管面积较大, 但通过判读航片, 坡度不大而崩塌情况较均匀的地段定为治山施工对象。

② 关于治山工程对象外的地段

看施工对象外的面积规模, 0.01~0.03 公顷的有 31 处, 小于 0.10 公顷的有 17 处。这些崩塌地是由于崩塌长度较大, 不可施工的地段。

③ 小班全域的大规模崩塌地

在喜德县、昭觉县和西昌县可见 2、3 处小班全域的崩塌地。其中, 西昌市, 点状崩塌地比较集中, 3 个小班全域崩塌。

今后还得研究这些崩塌地的治山方法。关于侵蚀沟也得研究长度大于 150m 的大规模侵蚀沟的治理方法。

(3) 包括建设山沟的水利工程在内的综合治山对策

考虑到该地区的水土流失情况, 除了对荒废裸地采取护坡措施以外, 还得治理山沟的泥沙流出。在西昌市, 上游的水土流失, 导致下游河流的泥沙淤积, 因此, 应该研究包括建设拦沙坝等水利建筑物在内的综合治理方法。

(4) 治山经验的累积和技术开发

为了实施该规划, 而且今后面向更大规模的崩塌地的治理, 应该累积治山经验, 同时确立适于当地实际条件的治山技术。

(5) 建立治山工程实施体制

该地区, 林业部门没有从事治山工程的经验, 但是, 为了防止安宁河流域的水土流失, 在林业、水利等有关部门的协调下, 采取综合治理方法是不可缺少的。因此, 今后需要研究建立跨部门的治山工程实施体制。

(6) 治山技术培训的必要性

为了制定治山规划, 而实施规划, 学习治山的知识和技术是不可缺少的。关于以技术人员为主的培训, 可以提出如下内容。

① 准确的荒废情况调查(掌握)

在掌握当地的自然条件(地形·地质·气象·土壤等)的基础上, 要学会为做准确而定量的调查的知识。

② 护坡工程的设计技术

要学会按当地的崩坏特性的护坡工程设计技术。

③ 护坡工程的费用估算手法

要学会施工费用的估算方法。

④ 护坡工程的施工技术

要学会确实实施的施工技术。

除此以外，还得学习地质、气象知识、水理、土质、构造力学等森林土木有关的基础知识、施工管理知识等。另外，培养施工监督管理人员也很重要。

将来为了彻底地控制水土流失，需要针对大规模的崩坏地的施工及山沟的水利工程，为此，需要学会以下知识和技术。

① 针对大规模的护坡工程的技术

② 针对地块缓慢滑下型滑坡的知识和技术

③ 拦沙坝等水利工程的设计·施工技术（包括混凝土施工技术在内）

为了学会上述知识和技术，得学习更有应用性的知识。实施更大更复杂的施工时，需要更高度的施工管理知识。

第7章 事业评价(效益评估)

7-1 生态环境评价方法

该项目的目的是通过植树造林,防止水土流失,生产林产品是次要的目的。因此算出实施造林和不实施造林时的雨水蓄留量及泥沙流出量的差距比算出林产物的经济价值增加还重要。对造林效果进行评价时,首先要掌握不同立地条件(土壤、坡度及植被等)的现况雨水蓄留能力和泥沙流出量,由此推算造林和治山项目实施后的雨水蓄留量和水土流失量增减,成为重点调查区的造林事业实施效果。接着,把雨水蓄留增加量换算为下游灌溉水的增加量以及城镇自来水的增加量,算出项目效益。同时算出防止植物养分减少效益和减轻淹没农地(主要是水田)复耕费用效益。

1. 降雨试验

因为,旱季进行了调查,不可实测降雨时的水土流失量,因此,在现场进行人工降雨试验,测定了水土流失量。试验方法如下。在不同立地条件的地方,先设定宽1m长4m的试验范围,其下端开挖集水小沟,末端设置集水筒,使用喷壶重现人工降雨。为了重现人工降雨,使用4个喷壶,浇6次,十分钟,重现48毫米/小时的人工降雨。每次浇水后(一次浇8毫米/小时),把流出的水和泥沙汇集在水筒里,称量(包括水筒重量),同时测容积,由此计算雨水流出量和泥沙流出量。另外,使用双层铁皮管,测定了土壤渗透量。在每个重点调查区,选择不同条件的4种类型地区(旱田、荒废裸地、疏密度林、郁闭度大于30%的林地),进行了人工降雨试验。把试验数据用于南非土壤流失量计算模型(SLEMSA),按计算公式,推算了重点调查区的现况和实施造林项目之后的雨水蓄留量和泥沙流出量。在该推算的基础上,假定通过植树造林,经过一定时间崩坏地及荒废裸地的水土流失量减少到人工林的水土流失水平,根据主要造林树种的材积生长曲线的经年变化算出了效果。

该地区,农业用水主要从设在山沟里的简易堰提取水,提高雨水蓄留量对农业用水量的增加作出很大的贡献。因此,灌溉作物(水稻)和非灌溉作物(玉米)的收益差乘可增加灌溉面积,算出相当于雨水蓄留增加量的效益。通过植树造林会增加的土壤水和地下水的价值,适用西昌市的水费、1.5元/t,算出效益。灌溉面积增加效益,西昌市和昭觉县为4元/t、喜德县为4.75元/t、德昌县为3.75元/t(参考附件资料)。中国的每公顷森林涵养水源量为2,821t(「现代林业研究方法」中国林业出版社)。在重点调查区的荒废裸地和人工林的水土流出量如表7-1-1,把荒废裸地和人工林的水土流出差距算为通过植树造林产生的涵养效果,列入在造林效益。

表 7-1-1 重点调查区内的水源涵养效果推算

	西昌市	喜德县	昭觉县	德昌县	米易县
人工林的流出量(t)	4,219	2,801	5,349	2,957	3,230
荒废裸地的流出量(t)	7,287	10,786	7,378	6,362	8,818
流出量差(涵养量) (t)	3,068	7,985	2,029	3,405	5,588
减蒸发量的实计蓄留量(t)	1,040	809	688	1,154	870
灌溉·自来水价值换算(元/年,公顷)	2,277	1,990	1,507	2,424	2,140

出处：人工降雨试验结果。涵养量当中，10%为损失量，30%为供于灌溉，60%供于城镇自来水。

2. 效益算出方法

该地区，从重点调查区流下的河川里设有很多取水坝，土壤流出量的减少有助于下游取水坝的耐用年限延长。因此，把清除坝底淤泥的费用减轻算为效果，算出其效益。另外，从重点调查区流出的泥沙流入西昌市的下游水田，阻碍着正常耕作，同时，泥沙淤积抬高河床导致水灾。西昌市每年投入资金和人力清淤，把这些清淤开支减轻也列入在水土流失减轻效果。根据 1998 年的水灾记录的分析资料(见附件资料 7-1-1)，清淤费用为 9 元/平方米。另外，假定约 80 平方公里的河川发生二十年一遇的洪水，损害为 59 万元，算出防止水灾效益。作为这些外部经济效果的效益计算方法，适用国家林业局提倡的下述公式。

$$V = \sum (Q_i \cdot K_i \cdot S_i + Q_i \cdot S_i \cdot K_i \cdot C_i) (1+r)^{-i} \quad \Sigma \text{ 还加上 } n_1 \sim n \text{ 年的项目实施期间}$$

式中： Q_i ； i 年度单位面积的水土流失量减少值、 K_i ； i 年度的清淤单价

S_i ； i 年度的栽植维持面积、 r ； 贴现率

右边第 2 项为取水坝的减轻淤泥效果， C_i ； i 年度的单位体积清淤费用

由于不可砍伐，营造防护林对当地居民没有可测的经济贡献，但是，森林具有吸收大气中 CO_2 能力，对国家来说，防止温室效应的效果大。根据现有资料(「现代林业研究方法」中国林业出版社)，把每公顷森林每年贡献价值 743 元算为大气净化效益列入造林项目实施效益。每公顷阔叶林的吸收 CO_2 量约为 1 吨，放出 O_2 量约为 0.73 吨，这些效益可以采用工业化处理 CO_2 和工业制 O_2 的劳动消耗费替代。根据国家林业局提倡的公式，可算出这些替代效益。

$$V = \sum (Q_i \cdot P_i \cdot S_i - A_i) (1+r)^{-i} \quad \Sigma \text{ 还加上 } n_1 \sim n \text{ 年的项目实施期间}$$

式中： P_i ； i 年度工业处理单位 CO_2 或制造单位 O_2 的劳动量

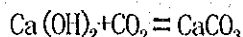
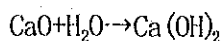
Q_i ； i 年度单位面积 CO_2 吸收量或 CO_2 放出量

S_i ； i 年度栽植维持面积

A_i ； i 年度森林折旧费及管理费

r ； 贴现率

处理 CO_2 的最廉价的方法是使用以该地区可开采的石灰岩为原料的氢氧化钙(消石灰)溶液的烟道洗净法(如下述化学反应)。



生成的碳酸石灰石,在塑料大棚燃烧产出碳酸钙肥料($\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2$)用于蔬菜栽培,生石灰反复利用。

为了吸收1吨 CO_2 需要1.27吨生石灰,还需要排气处理设备。这种设备的当地付货价格为120千元(使用年限为5年),为了操作该设备,需要动力(60千Kwh)、电费54千元/年。假定年 CO_2 排出量为2000t,生石灰的需要量为850t(反复三次利用),其采购费为约60千元,管护人年薪(一人一年)约为15千元,包括利息在内的年处理费约为155千元,由此可算出每吨 CO_2 处理费为780元,这数字与上述的每公顷森林每年贡献价值743元相似,可以说是743元是妥当的数值。

另一方面,森林的固定 CO_2 量是,材积 1m^3 年固定量为350kg、栎树(*Quercus sp.*)叶面积 1m^2 年固定量为0.7~1.2g、柯树(*Fagus sp.*)为1.1g、槭树(*Ace sp.*)为0.5~0.7g(文献:孔国辉等写的论文,1998)。一株山毛榉(*Fagus sp.*) (树龄100年,树高25m,冠径15m,树冠体积 $2,700\text{m}^3$,覆盖面积 160m^2)吸收的 CO_2 为2,352g/小时,放出的 O_2 为1,712g/小时。生长期的阔叶乔木林的吸收 CO_2 量为1吨/天,放出 O_2 量为0.7吨/天(从「林业生态工程学」摘录)。树龄30年的森林的年平均 CO_2 吸收量,阔叶树为22.7吨/公顷、针叶树为9.1吨/公顷、混交林为13吨/公顷。

除此之外,由于水土流失,表土的植物养分也流出,防止植物养分损失效果也算为环境效益的因素之一,根据土壤调查的土壤分析结果算出了其效益。

该造林规划,除了防护林以外,局部地区设计了薪炭林、放牧林、经济林。尽管这些林地的造林面积小,但有一定的经济效益。对此以生产物的价格算出经济效益。关于薪炭林的效益,假定栽植后10年间为抚育期间,第11年以后利用年材积生长量的一半的枝叶,按现场交货价格为69.1~94.3元/吨(按需求量,地区单价各异),算出效益。

关于放牧林的效益,栽植后5年间为抚育期间,假定第6年以后,年生物生长量的三分之二供于饲料,把它换算为TDN(可消化总养分量),以富养饲料价格算出效益。关于经济林,制作不同树种的林产物经年生产计划,按生产计划数量和现场交货价格的单价算出效益。关于经济林和用材林的收益,根据附件资料,按考虑采伐·更新期的毛利及年生产费算出效益。

3. 费用算出方法以及费用效益算定的参考数值

关于费用构成,因为中国的土地都属于国家,个人没有所有权,不发生占地费,所以不需要考虑占地费。事业费(项目实施费用)可大分为造林费用和治山费用,造林费用包含培训·技术普及费、苗圃建设和管护费、材料采购费、造林地管护费以及施工监督管理费,按材料费·人工费的单价和劳动定额算出费用。治山工程费用包含培训·技术普及费、测量·实地调查费、施工材料采购费、施工的人工费,按材料·人工费的单价和劳动定额算出费用。治山工程所需要的施工机械都在当地可以购买,不需要进口。植树造林时需要的机械等也都在中国国内可以购买。所以并不需要把事业费(项目实施费)换

算成经济价格计算(鉴于社会主义的根本原则,即植树造林是國家的基本政策,牺牲经济利益也得实施造林事业),以现行价格进行评估。另外,关于贴现率的标准,以西昌市近几年的消费物价和人工费的上涨情况为准。过去5年的零售价格指数如下。以这个变化动向为该造林项目的评价指标。

表 7-1-2 西昌市的零售物价指数变化

年度	1996	1997	1998	1999	2000	年率%
零售综合指数	106.4	101.7	99.6	99.2	98.1	-1.9
日常食品	107.4	100.5	100.6	98.1	95.8	-2.6
家庭日常用品	104.4	101.9	99.9	100.4	99.0	-1.2
燃料	105.3	111.1	103.7	107.9	106.5	-0.1
建筑材料	89.3	99.3	100.0	100.0	100.0	+2.2
机电	96.3	93.4	93.1	99.5	100.0	+1.4
人工费	104.7	101.3	114.2	101.0	112.1	+1.45

出处: 从西昌市统计年鉴 1996~2000 的统计摘录

项目实施管理费等有关行政费用不列入评估对象。在中国常见公共事业的投资预算相当于实际工程费用的几倍。但是,施工监督费等事务费用不产生效益,是一种内部转移费用,如果把它列入在项目费用,不可算出真正的费用效益,因此,这些事务费不列入评估对象。

另外,大规模崩塌地的治理费用以及防火费用也不列入在评估对象。

造林事业周期定为 50 年,以现行价格评估费用效益。据上述评估方法的基本方针,选择包括下表的外部经济效果在内的评价项目,对此进行评价。

表 7-1-3 项目评价

项目实施费用(括号里不是评估对象)			可预测的事业效果		
造林费用	治山费用	(管理费)	防止灾害效果	生态环境效果	物品生产效益等
有关设施建设费	测量等费用	(监督单位的事物费用)	防止水灾效果	防止淤积效果	薪炭林生产效益
造林费	治山施工费	(林業者研修费)	保护农地效果	地下水涵养效果	放牧林生产效益
机械采购维修费	(培训费)			防止温室效应效果	经济林生产效益
(培训费)				防止养分流出效果	用材林生产效益

实施造林项目的环境好转效果是对实施项目和不实施项目时的环境状况进行对比,以数值为计算的。为此,先研究现在和过去的环境情况,由此掌握变化趋势。根据凉山州林业志以及通过该调查制作的森林面积簿得出了环境变化趋势。

表 7-1-4 重点调查区的林地面积以及立木蓄积的变化

单位:公顷

	年度	西昌市	喜德县	昭觉县	德昌县	米易县	凉山 4 县计
市县面积	1998	258,570	226,600	270,856	231,228	180,713	987,254
森林面积	2000	98,033	78,373	44,122	100,792	104,395	311,954
荒山荒地面积	1975	33,910	67,508	97,144	27,523	-	226,085
	1990	17,481	25,983	7,502	8,568	25,896	59,534
	1998	18,529	25,619	6,513	8,202	21,025	58,863
重点调查区面积	2002	9,912	10,050	9,500	10,201	10,194	41,663
其中荒地·休闲地	2002	1,696	4,278	3,898	1,388	2,666	6,766
以重点调查区的数据推算 的全县荒废裸地面积	2002	16,773	33,368	18,087	13,713	27,300	82,349
荒废裸地变化趋势	90~02	0.75%	2.4%	11.8%	5.0%	0.4%	3.2%

出处: 凉山州林业志及森林面积簿

注 1: 以现有统计数值求出荒废裸地变化趋势 注 2: 米易县的数值为 1991~2000 年

(以下数值从 1990 年~1998 年的县统计摘录)

	西昌市	喜德县	昭觉县	德昌县	米易县	凉山 4 县计
有林地面积 1990~1998	0.5%	3.8%	1.4%	0.8%	-0.16%	1.1%
荒山荒地面积 1990~1998	0.7%	-0.2%	-11.1%	-0.5%	-2.4%	-0.1%
防护林面积 1990~1998	0.5%	3.5%	0.3%	1.0%	0.9%	0.9%
生立木蓄积 1990~1998	1.7%	4.5%	1.2%	1.1%	-	0.9%
林分蓄积 1990~1998	5.7%	-1.4%	9.7%	-11.1%	-	1.8%

7-2 生态环境改善效果的评价结果

该规划的目的是通过植树造林, 恢复被破坏的地表植被, 由此防止水土流失。造林树种原则上都是乡土树种和已经引进栽植的外来树种, 因此, 对生态系统的负影响可以控制到最小限度, 反而可期待环境改善效果。如下表, 凉山州 4 县的重点调查区, 降雨流出率和雨水蓄留效果最高的天然林的占有面积比率成反比。下表的流出率是通过人工降雨试验测定的数值, 雨季时, 土壤孔隙被雨水饱和, 实际流出率应该比试验值稍微高, 但总的趋势不会有很大的差距。单位面积的土壤流出率和天然林覆盖率也成逆相关关系。下表的土壤流出测定值也通过人工降雨试验得出的数值, 由于试验时, 集水沟的挖开土壤也流出去, 故试验的流出率比实际流出率稍微高, 但是, 没有植被的荒废裸地的流出率估计与实际流出率相似。另外, 人工林也有很多裸地, 退耕造林的林地也有水土流失, 但这些在林小班图没有反映。人工林的土壤流出量比现有旱田的流出量多起因于雨季旱田作物多, 且坡改梯可控制水土流失, 因此, 下表数值可以说比较妥当。有崩坏的荒废裸地和旱田的水土流失量比其他类型地方相当多。

表 7-2-1 重点调查区内的降雨流出及泥沙流出状况

	西昌市	喜德县	昭觉县	德昌县	米易县
年降雨量(30年平均)	1,032	1,402	1,023	1,056	1,096
森林覆盖率 %	56.2	32.1	35.1	63.6	36.3
天然林覆盖率 %	38.1	25.4	19.1	62.9	93.4
流域内径流率 %	31.2	39.6	53.6	27.0	45.8
泥沙流出量 t / 公顷	48.5	71.6	87.9	20.9	28.5
雨水流出量 t / 公顷	3,217	5,652	5,485	2,856	5,088
每公顷泥沙流出量(旱地/果树园)	21.9	6.7	27.3	10.1	32.8
(荒废裸地)	92.9	22.9	116.8	42.5	34.1
(有崩坏的旱田)	-	56.1	152.7	26.9	-
(有崩坏的荒废裸地)	142.3	213.9	171.9	107.4	50.4
(人工林)	34.0	37.0	74.8	10.8	16.8
(天然林)	26.8	30.2	34.2	15.1	12.3
每公顷流出水量 (旱地/果树园)	4,128	1,730	3,735	1,210	4,117
(荒废裸地)	6,205	10,706	5,513	4,907	8,469
(有崩坏的旱田)	-	10,357	8,239	7,453	-
(有崩坏的荒废裸地)	7,923	10,791	7,800	7,436	8,880
(人工林)	4,219	2,801	5,349	2,957	3,230
(人工林)	2,100	4,515	3,881	2,600	2,947

出处：人工降雨试验结果

1. 对泥沙流出的评价

从荒废裸地、坡耕地和林地等地流出的泥沙，部分沙砾淤积在下游支流和扇形地，部分细沙流入安宁河主流，淤积在河床、水库和取水坝等，淤泥比率与土壤的粒径组成有关系。水土流失最严重的西昌市佑君和中坝地区、昭觉县东河和孙水河流域的平均粒径组成如下表。广范分布在西昌市的黄红壤土，颗粒较粗，流出的 70%以上在河床坡度变化点附近淤积，导致产生河床高出地面的现象。因此，从流经西昌市的头道河和姚家沟流出的泥沙淤积在佑君和中坝地区，导致该地区的水灾。通过这次的人工降雨试验得出的旱田雨水流出量稍微少，这原因是在旱季刚耕翻的状况下进行了试验，所以土壤孔隙较多，吸收人工降雨。

表 7-2-2 重点调查区的土壤粒径组成

单位：百分比

	土壤类型	> 2 mm	2~0.05mm	0.05~0.02mm	0.02~0.002mm	< 0.002 mm
西昌市	黄红壤土	24.8	47.2	5.4	16.6	6.0
西昌市	黄棕壤土	19.7	34.8	9.6	23.3	12.6
昭觉县	酸性紫色土	13.4	49.0	11.2	18.4	8.0
昭觉县	亚高山草甸土	15.8	40.1	14.7	18.8	10.6
昭觉县	高原潮土	22.7	42.4	12.1	15.3	7.5

出处：该调查进行的土壤调查结果

表 7-2-3 河川的输沙量、从崩坏地的水土流失量和年清淤费用

河流名称	流域面积(公顷)	年输沙量(t)	流域负荷	泥沙列出负荷	流入主流的比率%
安宁河漫水湾	381,700	3,015,000	7.9 t / 公顷	45 t / 公顷	17.5
孙水·昭觉河	224,600	2,999,000	13.4 t / 公顷	39 t / 公顷	34.4
	西昌市	喜德县	昭觉县	德昌县	米易县
崩坏地面积比率% *	0.72	2.92	1.95	0.11	0.42
年泥沙流出负荷**	823 t / 公顷	612 t / 公顷	814 t / 公顷	1,693 t / 公顷	823 t / 公顷
崩坏地年泥沙流出量(t)	580,900	1,400,600	700,300	187,700	360,900
支流河床淤泥量(t)	370,600	829,200	543,800	102,300	196,700
清淤费用 (千元)	3,335	7,463	4,894	921	1,770

出处:凉山州水文数据/四川省高山营林手册水文资料、*是从森林面积簿摘录、**是周郁林测定值

表 7-2-4 造林项目实施和不实施的水土流失量差距

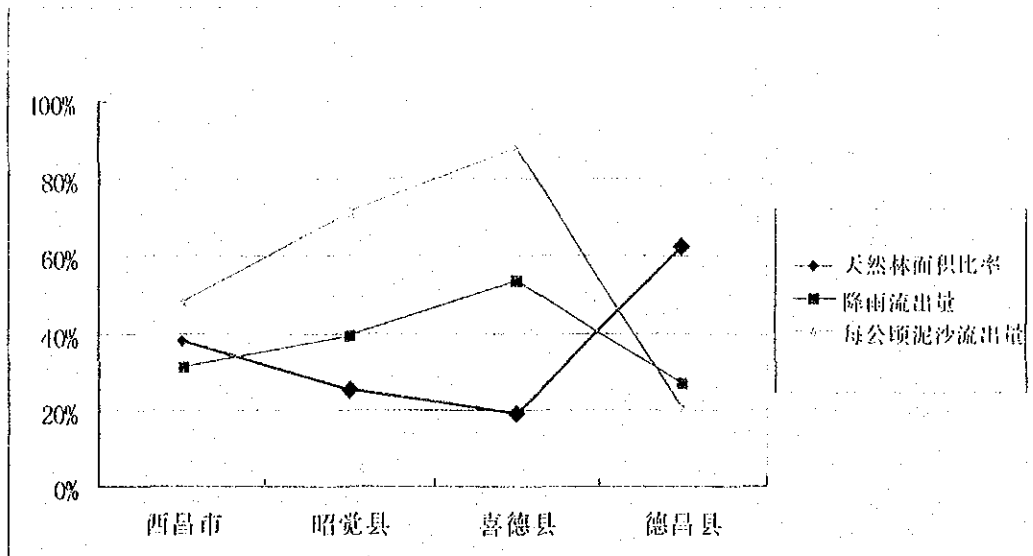
	西昌市	喜德县	昭觉县	德昌县	米易县
(实施造林项目)					
2002年的荒废裸地面积 (公顷)	3,577	5,157	4,707	1,184	2,050
36年后的荒废裸地面积 (公顷)	3,964	8,099	6,575	1,996	2,579
36年间的荒废裸地增加面积 (公顷)	387	2,942	1,868	812	529
36年间的泥沙流出增加量 (m ³)	23,991	299,028	150,391	31,067	20,221
(不实施造林项目)					
2002年的林地面积 (公顷)	5,575	3,222	3,338	6,510	3,702
36年后的林地面积 (公顷)	5,188	280	1,470	5,698	3,173
36年间的林地减少面积 (公顷)	387	2,942	1,868	812	529
36年间的雨水流出增加量 (t)	1,187,160	19,602,91	4,301,762	3,022,344	1,955,624
36年间的推算材积减少量 (m ³)	46,434	323,592	196,162	113,710	74,013
实施造林和不实施时的荒废裸地面积差 (公顷)	3,892	7,996	6,481	1,973	2,538
同上 泥沙流出量差 (公顷)	339,482	1,139,485	548,019	98,482	136,944
同上 每公顷泥沙流出量差 (t / 公顷)	95	221	116	83	67
同上 流出水量差 (t)	21,534,689	40,963,31	13,743,38	10,411,56	9,344,849

注: 荒废裸地面积差是根据 1990 年的荒地荒山统计面积和以森林面积簿(2002 年)的荒废裸地比率算出的全县荒废裸地面积的差距(12 年间的增减差)推算。

另一方面,米市河(孙市河上游)的悬浮泥沙的微颗粒含量比流经西昌市的河川悬浮泥沙多,从米市河流下的悬浮泥沙淤积在安宁河支流河床和取水坝,同时相当量的悬浮泥沙流入安宁河主流,导致增大悬浮颗粒负荷。安宁河主流漫水湾的含沙量不达从重点调查区流出的泥沙量的 20%,这只是孙水河和昭觉河的含沙量的约一半。

如果不采取任何措施,36 年以后,随着人口增加,荒废裸地面积也继续扩大,估计人工林的荒废情况更恶化。不采取措施时的荒废裸地面积变化情况如上表 7-2-4。

图 7-2-1 天然林面积比率和水土流出的相对关系



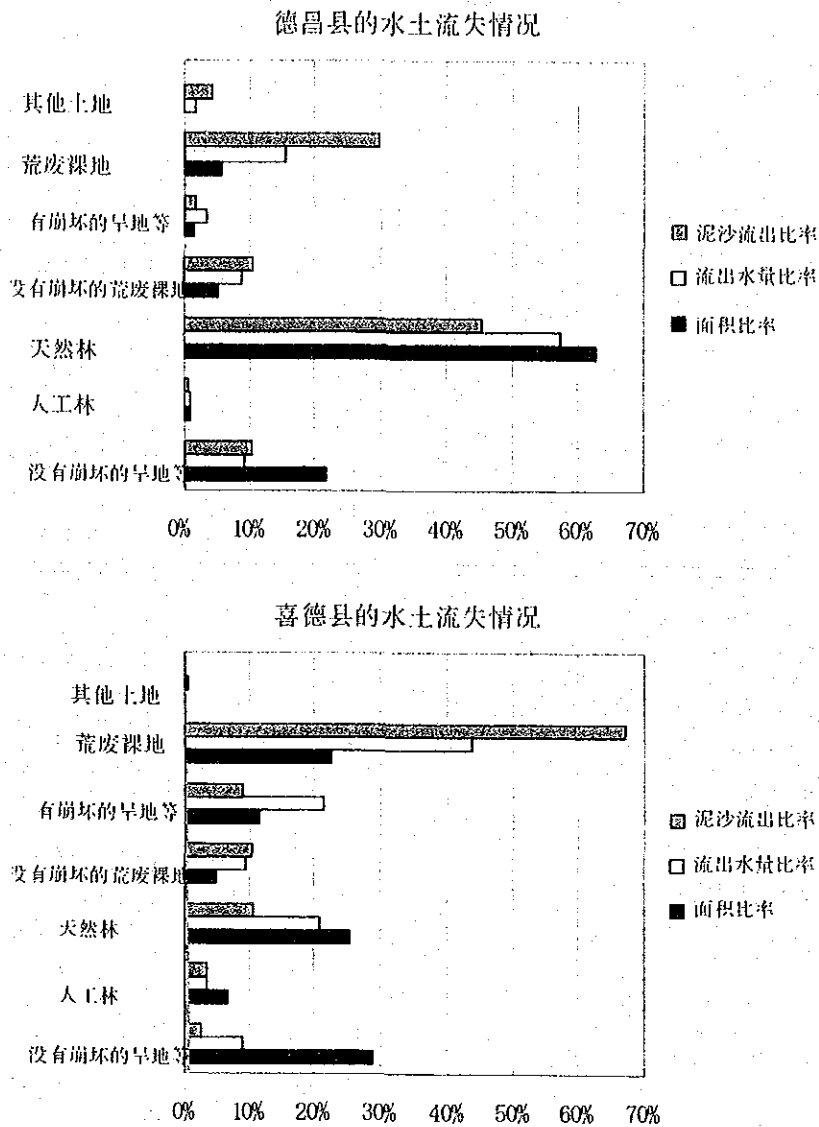
注 1: 降雨流出率是荒废裸地年水土流失量除以降雨量

注 2: 流出量单位, 把纵轴百分比换为吨

上图 7-2-1 是凉山州重点调查区的天然林面积比率和年降雨流出率及每公顷泥沙流出量的相关关系, 表示水土流失量和面积比率成逆相关关系。从此可知天然林的水土保持能力相当大。特别, 喜德县和德昌县的水土流失情况是正相反, 这真实反映两个县的风光和航片差距。尽管两个县的人工林水土流失量没有这么大的差距, 但还是有类似的相关关系。

德昌县和喜德县的水土流失情况如下图 7-2-2。从图可知有崩坏的荒废裸地的泥沙流出比率比流出水量比率相对高。反而, 林地的水土流失比率比面积比率相对低, 旱田在于其中间。

图 7-2-2 土地利用面积、雨水流出、泥沙流出比率关系



看喜德县的水土流失情况，有崩坏的荒废裸地的泥沙流出比率比旱地和林地相当高。两个县，天然林的水土流失率比面积比率相对小。关于旱地水土流失率，由于试验时期是旱季，比雨季的实际流失量过少。不管怎样，明显地看出林地和荒废裸地的雨水蓄留能力及雨滴能衰减能力差距。

7-3 经济评价

1. 事业费(造林项目实施费用)

造林事业实施费用如表 7-3-1, 治山工程施工费用如表 7-3-2。这些都不包含间接费。间接费以管理费及造林或治山施工所需要的杂费组成。

表 7-3-1 造林面积及单价

	造林类型	概算单价(元/公顷)	面积(公顷)	造林费用(元)
喜德县	生态型防护林	19,477	1,647.7	32,092,252.9
	生态型薪炭林	20,195	509.5	10,289,352.5
	生态型放牧林	17,118	551.7	9,444,000.6
	计		2,708.9	51,825,606.0
昭觉县	生态型防护林	19,467	2,132.4	41,511,430.8
	生态型薪炭林	20195	452.8	9,144,296.0
	生态型用材林	19,582	36.7	718,659.4
	生态型放牧林	17,118	301.1	5,154,229.8
	计		2,923.0	56,528,616.0
西昌市	生态型防护林	17,728	1,647.5	29,206,880.0
	生态型经济林	20,845	24.4	508,618.0
	计		1,671.9	29,715,498.0
德昌县	生态型防护林	19,140	960.8	18,389,712.0
	生态型经济林	16,688	99.4	1,658,787.2
	生态型薪炭林	20,195	2.1	42,409.5
	生态型放牧林	16,952	133.9	2,269,872.8
	计		1196.2	22,360,781.5
米易县	生态型防护林	18,576	1,831.5	34,021,944.0
	生态型经济林	17,725	98.9	1,753,002.5
	生态型用材林	17,226	62.8	1,081,792.8
	生态型放牧林	13,405	57.2	766,766.0
	计		2,050.4	37,623,505.3
合计				198,054,064.0

注 1: 概算单价不包含间接费。

2: 苗木都要采购。

3: 薪炭林、西昌市的经济林(直干桉)和用材林的造林费用与防护林相同。

4: 德昌县和米易县的经济林造林费用相同 5: 放牧林的造林费用为防护林的 80%。

关于治山工程施工费用, 由于不同的崩坏状况, 施工方法和施工密度各异, 先确定主要崩坏类型的代表施工方法及施工方法的组合, 算出单位面积的施工费用。

表 7-3-2 治山施工面积及施工费用

重点调查区	总施工面积 (公顷)	平均单价 (千元)	总施工费 (千元)
喜德县	30.05	228.42	6,863.9
昭觉县	21.78	363.22	7,910.9
西昌市	29.94	187.11	5,602.1
德昌县	2.77	228.77	633.7
米易县	24.01	177.25	4,255.7
合计	108.55	232.76	25,266.3

2. 财务分析

原则上按紧迫性决定项目实施的优先次序。如果造林地有需要治理的崩坏地, 实施造林前或与造林同时开始治山施工。关于造林, 第一年度进行测量, 采购种苗, 第二年度开始栽植, 第八年结束造林, 第十年度完成抚育管理。

根据上述算定依据及 7-1 里阐述的效益算定方法, 计算按现势财务价格的费用和可预测效益, 由此得出 50 年间的费用效率率及内部收益率(如表 7-3-4)。

财务费用如表 7-3-3 所示。

表 7-3-3 财务费用总表

单位: 千元

重点调查区	直接造林费	治山施工费	工程杂费	财务费合计
喜德县	51,826	6,864	10,289	68,979
昭觉县	56,529	7,911	10,949	75,389
西昌市	29,715	5,602	5,943	41,260
德昌县	22,361	634	4,470	27,465
米易县	37,624	4,256	7,524	49,404
合计	198,055	25,267	39,175	262,497

表 7-3-4 事业费用·效益的算出及财务分析结果

单位: 千元、百分比%

市县	财务费用	财务可预测效益	费用效率率	内部收益率%
喜德县	68,979	592,784	8.59	8.9
昭觉县	75,389	435,131	5.77	6.8
西昌市	41,260	419,191	10.16	10.0
德昌县	27,465	252,468	9.19	8.9
米易县	49,404	278,094	6.63	7.2
合计	262,497	2,027,071	7.72	8.1

另外, 还求出如果由于不可预测的原因, 费用增加 20%时、效益减少 20%时及两种现象同时发生时的费用效率率和内部收益率, 进行对比(即敏感度分析)。敏感度分析的结果如表 7-3-5。

表 7-3-5 根据事业费用效益的敏感度分析结果

市县	如事业费增加 20%		如效益减少 20%		如同时发生左边两种情况	
	费用效率率	内部收益率	费用效率率	内部收益率	费用效率率	内部收益率
喜德县	7.16	8.0%	6.87	7.8%	5.77	6.8%
昭觉县	4.81	6.0%	4.62	5.8%	3.85	5.0%
西昌市	8.92	9.0%	8.56	8.8%	7.14	7.8%
德昌县	7.66	8.0%	7.35	7.8%	6.13	6.9%
米易县	5.52	6.4%	5.30	6.2%	4.42	5.4%
合计	6.49	7.4%	6.23	7.2%	5.19	6.3%

分析结果可知各个重点调查区的费用效率率及内部收益率都相当于环保项目的预测水平(5%以内)。在项目实施费用当中,人工费约占 80% 人工费的年增加趋势为 1.45%(如表 7-1-2),从栽植年到完成抚育的实际造林期间 8 年间的增长率可推算为约 10%。另外,建筑材料和机械的年价格上涨趋势在 1.4~2.2%之间,实际造林期间 8 年间的上涨率小于预测的 20%。从此可说,在上述敏感分析的条件范围内,能够得到妥当的费用效率率和内部收益率,因此,不需考虑在实际造林期间 7 年间可预测人工费上涨对事业收支带来的影响。加上,不会只有费用逐年递增,一定发生起因于物价变动的效益增加,所以,费用效率率一定比上表的数值高。

不同造林类型的每公顷造林单价和造林项目的整个效益情况如表 7-3-6。

表 7-3-6 每公顷施工单价和造林项目的整个效益

单位: %、千元/公顷

	灾害·崩塌防止		生态环境保护		物品生产效果		每公顷的造林费单价				
	费用比	效益比	费用比	效益比	费用比	效益比	防护林	用材林	经济林	放牧林	薪炭林
喜德县	22.5%	5.1%	43.8%	90.0%	33.7%	4.9%	28.32	24.23	-	-	20.54
昭觉县	25.0%	6.3%	51.7%	89.7%	23.4%	4.0%	27.71	24.23	23.50	-	20.54
西昌市	28.1%	48.6%	70.3%	50.6%	1.5%	0.8%	23.83	-	25.01	-	-
德昌县	18.8%	22.6%	64.0%	70.4%	17.3%	7.1%	23.76	24.23	-	20.03	20.34
米易县	26.4%	6.4%	65.0%	86.3%	8.6%	7.3%	25.08	-	20.67	21.27	16.09
计	24.4%	16.8%	56.2%	78.7%	19.4%	4.5%	26.01	24.23	22.36	20.65	20.27

注: 治山费用被包含在灾害·崩塌防止费用、防护林单价。

从上表可知,除了西昌市以外生态环境保护效率率比费用比率相当高,反而灾害防止效益比率除了经常发生灾害(对居民地带来严重影响的灾害)的西昌市和德昌县以外费用比率高于效益比率,这起因于灾害防止费用包含治山工程费用。经济林、薪炭林、放牧林及用材林等物品生产所带来的效益,尽管造林费用低,但以现行价格评价的话,还是效益不可高于费用。但是,年人口增加率估计维持 0.93%的水平(凉山州年鉴、四川统计年鉴 1999 年版),为了满足居民的房屋修建、燃料确保、放牧等提高生活水平要求,估计这些生产物的需求大幅度地增加,价值也会增大。因此,实施造林项目之后的这些

物品生产型造林的效益一定高于费用。

除了上述可预测效益以外,通过造林项目的实施发生的效益还有农地的防风效果、由雇佣当地居民栽树所带来的地方经济活化(由给民工支付现金所发生的地方经济活化)效果、除了固定 CO₂ 以外的森林的环境净化效果(排气净化、水质净化等)等不可预测或测定困难的效益。包括这些效益在内的通过实施该造林项目所发生的效益一定高于费用,而且对重点调查区以及下游居民的灾害防止、资源保护等作出一定的贡献。