

## 第8章 造林实验

### 8-1 实验造林的定位

#### 1. 目的

本调查的目的是通过营造森林,提高安宁河流域的水土保持功能,从而改善生态环境。该流域,这十多年来,由于人口增加,农地开垦急速进展,森林恢复速度迟慢。本调查对象地区的5市县的土地面积为119.5万公顷,现有森林面积(立木地、林分)为34.9万公顷,其中人口造林面积为17.6万公顷,对山地多的该地区而言,可以说是这些数字明显过少。目前,当地的土地利用计划上,宜林地就称林地,其面积为61.2万公顷,但宜林地不一定有树木,像宜林地面积所示,至少现有土地的一半应该有森林植被。

长年来,当地林业局从事人工林建设,特别飞播造林取得了一定成果。但是,在山沟边或村庄周围等容易受人为活动影响的活动,存在缺乏抗旱、抗高温的造林技术、土壤条件恶化、与居民的土地利用之间的矛盾、资金不足等许多问题。为了在短期间内获得确实的成果,必须研究造林技术的开发、更合理而更有效的管护方法、包括政策上的支援体制等在内的造林规划制定方法等。

为了解决上述几个问题,中国政府向日本国提出了专项技术合作方式的《四川省(安宁河流域)示范林营造计划》及本项《四川省安宁河流域造林规划》实施的申请。位于本项调查对象地最南端的米易县在自然条件,就其技术方面而言是造林难度极大的区域,尤其干燥、高温的干热河谷在中国被归类于造林难度最高的地区之一。长年来,在米易县进行过干热河谷的造林,但成林面积很少,还有大面积的需要造林面积。由于种种原因,这一类型的水土流失极为严重,是应尽早采取防止措施的优先地区。但是,米易县和德昌县没有被列入专项技术合作项目的对象区域,所以不能期望通过专项技术合作方式开发造林技术。因此,作为本项调查内容之一,在米易县计划了以验证该县以往的造林方法及摸索一定的新的造林技术为目标的造林实验。

#### 2. 造林实验指南

- 1) 在进行常规造林实验时,为了保证实验结果可靠性及结论的信赖性,应采用公认的实验方法,设置重复实验区和对比实验区。本次造林实验的目的是充分发挥中方积累的造林成果的基础上,进一步完善技术方面不足。其次实施期间定为23个月(实际可栽植年数仅1年)而且面积有限,所以决定不做重复实验及对比实验。
- 2) 本次实验的预期成果,不单要掌握树木的生长情况,更重要的是实证、确立规模造林技术。
- 3) 在设计上,应验证该地区的已往的造林成果及相关研究,由此找出已往造林

方法上的问题和改善点。

4) 收集、分析该地区的造林研究事例,并在造林方法论、育苗、苗木处理技术、土壤改良技术上参考日本技术,尝试寻求最合适实地的造林方法。

### 3. 选定实验地时需要注意事项

- 1) 优先选择造林最困难的干热河谷地带的山坡。
- 2) 包含易受焚风侵袭的坡面。
- 3) 选择米易县相邻县同类地形中最普遍的土壤地段。
- 4) 选择可以长期使用的地段。

## 8-2 实验对象地区的制约性自然条件

### 1. 气候

四川省是远离海洋的内陆省,位于北半球亚热带,是东南热带季风气候,同西南青藏高原寒冷气候的交接地带,气候上受海洋季节风(东南季风或西南季风)及西风环流的影响。

本次调查的对象地位于四川省南端。米易县位于对象地南部,安宁河下游。同安宁河上游相比,亚热带性强,从农业形态来看,主产水稻、小麦、玉米的,可以列为南亚热带。

米易县的山区的气候特点是12月到翌年5月为旱季,降雨量为全年的10%以下,平均为5%。这一期间,焚风发生时间达到40天。当地人用谚语“冬暖春暑夏秋凉,降雨集中干期长,光热丰富蒸发大,焚风吹过草木黄”来表现这一气候特点。有这种特点的土地就叫干热河谷,造林难度相当大。这里晴天多日照强,加上地形上热气笼罩,4、5、6月的温度多超过35℃,有时地表温度达到70℃以上。另一方面,冬季几乎全是晴天,昼夜温差大,夜间常降温至零度以下。这样极端的寒暑变化给造林带来很大的障碍。米易县的气温、降雨量等的气象数据参照第5章表8-5-4。

“干热河谷”一词最早在中国林学界正式定义使用的是1984年发表的中国科学院青藏高原综合调查团的调查报告。所谓“干热河谷”就是干燥而又高温的河谷地带。中国的干热河谷主要存在于横断山脉,其大部分分布于长江上游的金沙江、雅龙江和岷江等支流。

形成干热河谷的起因被认为地理位置及特殊的地形,但至今仍没有一个明确的结论。干热河谷的特征为旱季长、旱雨季区分明确、气温相当于热带、亚热带很高,全年温差温差小、蒸发量多于降雨量等。中国科学院的报告书中对干热河谷自然状况描述说,气温10度以上的日数有350天以上,最冷月的平均气温为12度以上。最暖月的平均气温为24~28度。土壤为干燥红壤土,农作物为水稻和甘蔗两作。对于这样气候的成因,一说认为大西洋和印度洋的气流因为青藏高

原形成季节风,扰乱了横断山脉地区本来的大气运动,横断山脉自身也阻碍了湿润气流的流入。另外,旱季多发的山谷大风也进一步加剧大气的高温和干燥。对于干热河谷的植被生育最严酷的是由春到夏劲吹的“焚风”。

## 2. 土壤

四川省的森林土壤可分为3个区域。

### 1) 四川省盆地地区

以平地及周围山地为成,平地的海拔高约为400m,周围山地为1,000~3,000m。从气候来讲,一年中温暖湿润,代表森林植被是湿润型的常绿阔叶树林及马尾松林(*Pinus massoniana*)。典型土壤为黄色土。

### 2) 西南山地区

指泸定镇以南,汉源镇以西的区域,是以凉山自治州与攀枝花市为主的地区。南北走向山岭间的褶折和断层运动形成了许多河谷及山间盆地。地势比较平缓,海拔高为700~4,000m,大多数山地的海拔高为3,000m左右。代表森林植被是云南松(*Pinus yunnanensis*)林及干燥型的常绿阔叶树林。广泛分布的典型土壤为红色土。

### 3) 西部高山高原地区

指四川盆地以西,西南山地以北的所有区域。地势由东南向西北呈阶梯状上升,全盘呈一个巨大的坡面。因地形复杂、海拔高差大,气候、植被、土壤的变化显著,要举出一个典型的森林植被和土壤很困难。从植被来看,随着海拔上升,河谷干燥地草地灌木林、松类·栎类林、响叶杨·桦类林、云杉林、杜鹃·灌木林、高山苔原的顺序变化。土壤也按山间干燥褐色土、山地褐色土、高山湿草地(原)土的顺序变化。

从这次调查对象地西南地区的米易县一带来看,700~1,400m为山地干燥红壤土,1,400~2,400m为山地红壤土,2,400~3,100m为山地黄褐土及高山湿草地(原)土。实验地的土壤属于干热河谷地山地干燥红壤土。

干热河谷地山地干燥红壤土,因大气干燥程度可分为极度干燥区、干燥区、弱干燥区3个亚分类区,按土壤层厚度、坡面方向还可分得更细。一般来说,在干燥区营造乔木林时的成林极限条件认为是土壤层为60cm以上。其根据是通过实验得知了表土的极端干燥厚度最大达到50cm,蒸发量较多的乔木需要能保持一定湿润的土壤层。

山地干燥红壤土的最大问题是因高温和昼夜极端的温差,造成粒子结构被破坏,团粒性底下,呈粉尘状。这样的土壤层(中国叫“膨胀土”)达到15~25cm。此结果使侵蚀更严重,旱季时表土的干燥厚度达到50cm、平均含水量,阴坡面为4.61%,阳坡面仅为0.56%(长江上中游防护林建设论文集—326页)。另外,6~9月的高温高湿时,土壤中的有机物不断分解,补充源不足时,有机物的含量极

少。米易县的干燥红壤土不断淋溶硅素，粘土的结晶结构易被破坏，铝离子增多，因离子代换使土壤酸性增强。在调查期间对实验地的土壤进行分析的结果，旱季4月中旬的土壤干燥层（含水率小于3%）厚度达到40cm，表土呈砖似的坚硬的盘层。

### 3. 植被

从干热河谷地带的自然植被分布情况来看，500~1,000m的代表植被是有乔木的木棉(*Bombax marabarica*)、灌木的余甘子(*Phyllanthus emblics*)、车桑子(*Dodonaea viscosa*)、草本的扭黄茅(*Heteropogon contortus*)、云香草(*Cymbopogon distans*)、拟金茅(*Eulaliopsis binata*)等。1,000~1,500m的代表植被是乔木的云南松(*Pinus yunnanensis*)、灌木的华西小石积(*Osteomeles schwerinae*)、马鞍叶羊蹄甲(*Bauhinia brachycarpa*)、苦参(*Sophora flavescens*)、草本的扭黄茅(*Heteropogon contortus*)、黄背草(*Themeda triandra var. japonica*)、旱茅(*Schizachyrium delavayi*)、云香草(*Cymbopogon distans*)。

1,500m以上的山地红壤土地带是以水青冈为主的樟木科树种混生的常绿树林，超过2,600m的地方又转换为铁杉、云杉、冷杉属的针叶树林。

总之，最干燥的1,500m以下的山腰处抗旱的灌木类居多。

## 8-3 造林实验设计

造林实验设计的基本想法以及主要设计要求。

### 1. 林分类型及造林树种的选定

#### 1) 林分类型

这里所说的林分类型不是从经营立场阐述的，它是指结合立地条件可最大限度地发挥控制水土流失等的防护效果的林分类型。从现有的资料及实地调查的结果可说以下几个林分类型。

- (1) 土壤侵蚀严重，土壤层小于40cm，旱季的雨量特别少的陡坡面，多年生草本和疏密度灌木混交林分是最理想的。
- (2) 土壤层厚度40~80cm，而且草本生长比较茂盛的地方，灌木和乔木混交林分是最理想的。
- (3) 土壤层厚度大于100cm，旱季的深层(60~80cm)含水率保持约10%，草本生长比较茂盛的地方，可成为乔木和少量灌木的复层林，也可以引进一定的经济树种。

在这次造林实验时，按实验地的立地条件，设计了营造3种乔木和2种灌木的多树种复层混交林。

## 2) 造林树种

造林树种的选定非常重要。为了发挥流域的环境防护效果，如何保持一定的成活率，形成能发挥防护作用的林分是比得到较高的生长量及收获量还重要，是一个关键问题。但从森林利用和更新的角度来考虑，最理想的是部分引进可用于薪炭材、生活用材、农业材料等的品种。作为本次实验造林的候补树种，可考虑以下几个树种。

攀枝花(*Bombax mamarabarica*)、新银合欢(*Leucaena leucocaphala*)、真刺枣(*Ziziphus mauritiana*)、赤桉(*Eucalyptus camaldulensis*)、台湾相思(*Acacia confusa*)、余甘子(*Phyllanthus emblica*)、侧柏(*Platycladns orientalis*)、小桐子(*Jatropha carcas*)、山毛豆(*Tephrosia candida*)、车桑子(*Dodonaer viscos*)、木豆(*Cajanus cajan*)、剑麻(*Agave sisalana*)。

从上述树种当中，在当地可以而容易育苗的前提条件下，选择在实验地类似条件的地方已成功的或可期待成功的以下几个树种，进行实验。

台湾相思(*Acacia confusa*)

新银合欢(*Leucaena leucocephala*)

攀枝花(*Bombax marabaricum*)

小桐子(*Jatropha carcas*)

车桑子(*Doconaea vixcosa*)

剑麻(*Agave sisalana*)

赤桉(*Eucalyptus camaldulensis*)

大叶桉(*Eucalyptus robusta*)

但是，攀枝花只在部分洼地和小河谷地栽植。剑麻除了作为防火带栽植实验林边界以外，还栽植岩石露出土层特别浅的地方。除了上述品种以外，也少量栽植直干桉，做了栽植实验。

## 2. 造林方法

### 1) 整地

考虑到严重的土壤侵蚀和风蚀，切坡量较多的整地会导致加剧水土流失，应尽量避免大规模整地。但是，对保水力、通气性等土壤改良和苗木的成活和生长等，整地发挥极为重要的作用。因此，这次实验时，按地形、土壤、造林树种等因素以穴状整地(长 60cm、宽 60cm、深 40cm)为主，还采用了带状整地。整地时，整地面的外边应稍微高于内边，由此能有效地集雨水的同时使阳坡面的日照强度减轻。具体的配置模式和规格如图 8-3-1)。整地时期，最晚在栽植的 2 个月前应结束。

### 2) 挖坑及堆肥

栽植前 1 个月，挖 60cm×60cm×40cm 的树坑，施堆肥。实验时使用的肥料是

混合化肥的堆肥，1个坑施150克的堆肥。

### 3) 栽植密度

干热河谷的土壤生产力低，尤其是旱季土壤水分不足，所以不能高密度栽植。另一方面，因造林主体是防护林，为早期得到防护效果，需要短期内的林分郁闭。综合地考虑以上因素，在栽植当年和翌年施两次肥料的前提下，平均栽植密度定为4,995株/公顷(1m×2m)。

### 4) 树种的配置

该造林项目的主要目的是营造以防止水土流失和侵蚀为目标的防护林，在立地条件很差的干热河谷的造林对象地，为了改善生长环境，合理地利用营养空间，使受灾威胁分散，实现早期成林，最好建设3种以上的乔木和2种以上的灌木的混交林。这次实验造林，以作为乔木栽植台湾相思、新银合欢、攀枝花，作为灌木栽植小桐子和车桑子混植为基础配置，在带状整地段只栽植了乔木。另外，只在局部洼地或谷地(水分条件较好的地方)栽植攀枝花。为了减轻外围环境对实验地的所有影响，同时防止家畜侵入，在实验地交接处栽植了剑麻。另外，部分砾石多，土壤层较薄的地段也栽植了剑麻。

### 5) 栽植时期

最好旱季结束，有使土壤充分湿润的降雨(约一个月的积算雨量达到100mm)后栽植(直播)。一般米易县这时期在6月上、中旬。因实验造林的栽植面积只10公顷，四天到一周之内结束栽植工作。

### 6) 苗木和栽植

原则上采用容器苗。但裸根苗及直播的效果若不低于容器苗也可以使用。该地区的已往方法是使用当年生苗(容器苗也一样成为百日苗)。此时，由于练苗不够，看情况在上山时应采取切干等适当的措施。

栽植时，为了缓和因旱季的表土干燥引起的枯死危险，贮蓄雨水，应挖穴状坑，深栽。按苗木的根系大小决定植穴尺寸，避免裸根苗的主根弯曲和伤根。放苗后慎重地填土，加固。直播时，播种前把种子泡一天水。

### 7) 抚育和保护

从栽植当年起，至少两年间，一年除一次杂草。但是，由于气候的原因，杂草旺盛生长时，也有可能一年除两次。

栽植前和翌年的雨季开始前施肥，使用混合化肥的堆肥(有机混合肥料)。施肥量定为150g/株。

该地区，由于旱季比较长，很容易遭受山火的威胁。为了防止从周围发生的

火灾蔓延到造林地，在实验地交接处设置防火带。因为实验地周围没有大木，防火带的宽度定为10m。

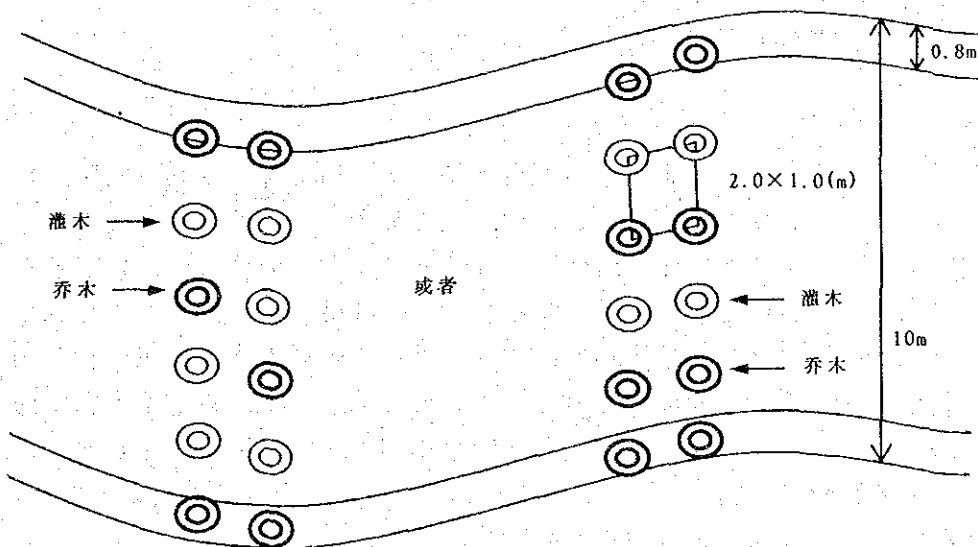
### 8) 补植

由于这次是实验，实验期间不进行补植。但是我们推荐实验结束后，若栽植当年的成活率低于85%或者整体成活率虽达到85%以上，但有局部块状枯萎的话，用与栽植同样的方法进行补植。这时应注意将补植的部分同以前栽植的部分区别开。

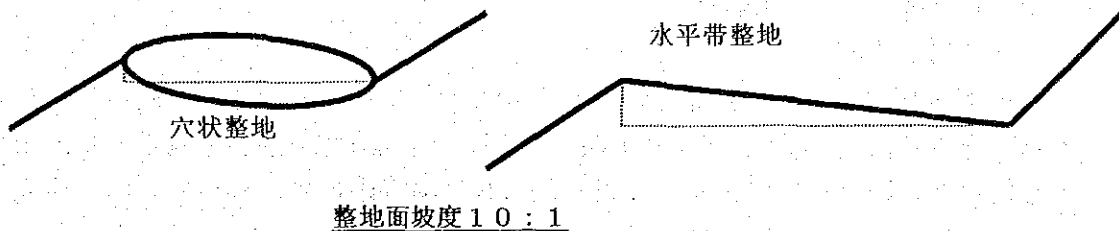
### 9) 管理

实验期间，在各实验地常设1名监视管理人，防止家畜和闲人的进入，并且在树木发生异样变化时，及时和调查团实验造林负责人联系。

图 8-3-1 整地及栽植穴配置图



- 在等高线上，以10米间隔进行水平带整地，带宽80cm。
- 穴状整地，间距为1m乘2m，穴宽60cm，深40cm。



### 3. 种苗的生产和购置

在米易县的苗圃，可以购买台湾相思、新银合欢的容器苗、攀枝花和小桐子的裸根苗，实验时使用了在当地苗圃生产的苗木。直干桉和剑麻的苗木则攀枝花市林业局的苗圃供应。车桑子可以直播，种子则从米易县林业局采购（种子为前年刚采集的）。

### 4. 实验地营造和跟踪调查

实验地营造有关的立地条件调查、造林和管护，采取实地委托的方法。

在本调查期间，将实施3次跟踪调查。

第1次跟踪调查在种植1个月后实施（2001年8月）

第2次跟踪调查种植同年的10月实施（2001年11月）

第3次跟踪调查种植翌年的4月实施（2002年4月）

我们建议本调查项目结束后，由中方到2005年继续有进行每年1次的跟踪调查。关于实验地营造情况和跟踪调查的结果，将在其他章节记载。

## 8-4 委托工作和实验造林的实施状况

### 1. 受托方

该造林实验工作的受托方定为攀枝花市米易县安宁造林部。米易县安宁造林部属民营的造林团体，现有工程师3名、助理工程师2名、技术员3名及15名固定的施工队员。有2公顷内部专用苗圃，每年可提供360万株荒山造林用容器苗。造林实力颇高，主要经营业务为：承建各种绿化造林、经营各种苗木造林技术咨询、果园承建及设计等。该造林部的主要造林业绩中与本次委托工作有关的业绩有：米易县坪山乡高龙村的80公顷高标准的荒山造林、米易县宁华乡廊子沟的27公顷的荒山造林（干热河谷）、米易县工农水库的13公顷护岸林（干热河谷）、米易县胜利乡滩脚村的13公顷防护林（干热河谷）。以上的造林业务均取得成功，并得到一致好评。至今为止无违约的不良记录。

在本件调查期间，米易县安宁造林部分已经圆满完成了第1、第2年度及第3年度的合同业务。

### 2. 第1年度的业务实施状况

#### 1) 实验地的选定

第1年度调查的实验造林实施期间为2000年10月至2001年9月。在第1年度第1阶段（自2000年10月至2001年1月）时，首先对实验造林实施对象地的米易县的自然状况、社会经济状况、过去的造林经验等进行了基础调查，选定能满足实验造林的要求两处实验地，对此进行了立地条件调查。



### (1) 实验造林地 1

实验造林地 1 位于距县政府所在地 10 公里左右的攀莲镇典苴村工社的刘家坡。这一带处于里山，到今为止的正规位置称为“集团(村)所有的荒山”。1983 年此山被指定为林业用地，到今年 8 月为止其中一部分被村民当作农耕地使用。1978 年到 1981 年进行青冈(*Cyclobalanopsis glauca*)及云南松的造林，但阳坡面以失败告终，成了荒山，同一座山的阴坡面(北东坡面)取得了成功。因此，将造林难度大的南西坡面的 5.7 公顷选定为本次造林实验地 1。这片土地由历来的“集团(村)所有荒山”变更为县林业局的管辖所有地。

该实验地(1)属于回汉沟小流域，海拔高度为 1,150m 至 1,250m，坡度在 28 度左右。土壤为山地干燥红壤土，pH 为 7~7.1。看粒径组成，小于 0.01mm 的粒子(粘性)平均约为 50%，土壤层厚度为 60~150cm，到处都有裸露岩盘。余甘子、合欢、落石榴等木本植物分布不多，但草木类生长茂盛。

### (2) 实验造林地 2

实验造林地 2 位于撒莲乡庵梭村叫花岩，也是村所有地。以前曾做过 2 次直播造林，但都失败了。今年也在部分地区播种了华山松，仅有部分地区发芽。根据中国土地绿化的相关规定，若 3 年期间对荒山置之不理，将有县政府回收。至今为止，大部分都以放牧的形式被利用。

在该地区，造林实验地 2 定为 4.3 公顷的西南坡面。坡度为 27~30 度左右，位于安宁河同庵梭沟之流的汇合处。山脚大多是山地干燥红壤土，土色偏淡。同实验地 1 相比，沙土稍微多，有机物含量偏少。但是，山顶部分，沙土更多，淋溶进展，呈黄色沙质土。土层厚度为 40~100cm，比较薄。广泛分布宽 20~50cm、深 50cm 左右的侵蚀沟，可看出侵蚀很严重。植被以草本为主，灌木零散分布车桑子。

总之，实验地 1 的立地条件优于实验地 2。

## 2) 实验地营造

有关实验造林的设计构想，同当地的林业局交换意见后，取得了他们对实验造林方案的同意。同时，在本调查开始时，向米易县林业局委托生产苗木。

在第 1 年实地调查的第 2 阶段(2001 年 2 月~9 月)，同米易县安宁造林部签订了实验造林地建设的委托合同。此期间内，先进行了立地条件调查和整地，其后又在 6 月 15 日前按照设计书的要求完成了挖坑、施肥、填土等准备作业，从 6 月 21 日开始栽植，新银合欢、台湾相思、攀枝花、小桐子、车桑子和剑麻在 6 月 28 日完成栽植。漏植以及试种的两种桉树的栽植则到 7 月 5 日才完成。

实验地建设的各种作业都严格按照设计书，准确而认真地执行，将人为的因素对造林带来的影响减少到最小程度。

特别强调的是上山时的苗木处理。栽植年的雨季比往年提早 1 个月，降雨量也

比往年增加。这种天气先给育苗带来了很大的影响。特别，当年春天植在容器的新银合欢和台湾相思，由于5月份的连日降雨，木质化迟慢，新银合欢的徒长已达到了80cm左右。台湾相思的木质化比新银合欢更迟慢，苗高仅30cm以下。从栽植年(2000年)开始育苗的攀枝花和小桐子，因为在2001年切干移植，所以新生长的苗条的木质化也迟慢。在这种情况下，针对徒长明显的新银合欢的苗木，切地上苗干的一半上山。针对苗高较高，叶面面积大的攀枝花，栽植时切掉所有树叶。针对台湾相思和小桐子，由于苗干还呈绿色，有切干导致枯死的危险，故不采取特别的处理措施。

此后，因为上述的异常降雨和施肥的原因，从7月上旬生长大量的杂草，7月下旬时已经达到高于100cm，所有的幼树被压迫。在杂草特别旺盛的实验地(1)，当年生的新银合欢、台湾相思及直播的车桑子的幼树遭受了蒸害。因此，8月上旬进行了临时除草。

2001年8月中旬进行了第一次的跟踪调查。调查结果总结在下节。

另外，开始整地时，两处实验地各配置了一名常驻管护人员，以免家畜和闲人的进入，监视苗木的生长状况。

### 3. 第2年度的业务实施状况

#### 1) 委托业务概要

继前年度，向米易县安宁造林部委托实验造林有关的各种业务。合同期间为2001年12月14日到2002年2月10日。委托内容为造林实验地的监护管理和防火带设置。

监视·管理内容和上年度同样，即防止家畜和闲人进入，在树木发生异常时，随时和调查团的有关负责人联系。各实验地配置1名常驻管理员。

米易县干热河谷一带在旱季很容易发生火灾。在该造林规划调查期间，2001年3月到4月间几乎每天有山火，这些山火都起因于人为因素。为了防止外部的山火蔓延到实验地，作为第2年度的追加业务，设置了防火带。作业内容如下。

先在实验地周界线外侧宽10米处，地面的杂草全部割净并打下的草搬运到指定地点，设置防火带。割草时割过后的地面残留草茎的高度应低于5cm。另外，在防火带内有枯立木及其他可燃物时低于1.5m处的树枝全部切掉。针对树高低于1.5m的幼树保留顶芽和靠近顶芽的两条树枝，其余全部打掉。

防火带的设置工作从1月15日开始，在同月24日结束。实验地(2)的防火带上，割草后地上残留草根用火烧净。实验地(1)由于防火带外侧可燃物太多，火烧反而有引起火灾的危险性，所以带内可燃物全部用人工除净。

#### 2) 其他

由于当年的雨季提前和异常多雨杂草生长非常旺盛，在8月份追加了一次临时打草，所以原计划9月份的打草调整到了第二年度合同期间的11月中旬进行。

此项工作也按原规定要求顺利完成。值得一提的是,距上次打草仅3个月的时间,实验地的杂草已生长到1.5m的高度。

实验地一直都配有专职人员进行长期监管。从7月起,由于实验地内杂草,在管护时特别注意了家畜的侵入。从12月到5月的旱季,当地的森林火灾发生率极高,所以有必要进一步加强防火护林工作。

于11月下旬进行了第二次的跟踪调查。

#### 4. 第3年度的业务实施状况

##### 1) 实地委托业务的概要

与前年度同样,向米易县安宁造林部委托实验造林的管护工作。合同期间从2002年4月20日到2002年7月10日。委托业务的内容如下。

- (1) 开始雨季前施肥。使用混合化肥的堆肥(有机复合肥料),施肥量为150g/株。
- (2) 6月下旬或7月上旬进行除草。把割除的杂草捆束,均匀搁放在林地。
- (3) 进行生存率调查及生长量调查。调查对象是前年度设置的调查样地。
- (4) 各实验地配置一名常驻管护人员,防止家畜及闲人的进入,进行实验地的管理。

到6月30日之前完成上述业务,委托合同结束后还由米易县林业局继续进行跟踪调查。关于跟踪调查结果,记载在下节。

##### 2) 其他事项

实验造林进入了第二年,部分生长较造的树种已高于200cm,但是,也有不少地上部受过损伤,从根元部萌芽的幼树和因种种原因生长较慢的幼树。为了不使生存率降低,进入到稳定生长期(栽植后5年间)需要适当的管护。特别,针对第3年以后生长缓慢的部分林木需要除草,还对密度较大的部分(栽植树全部生存),为了调整树木间的生育空间,需要做适当的间伐。

另外,由于实验地位于离村庄较近的地方,为了成林,至少要5年的封山育林。为此需要得到当地群众的理解和配合。为了树立积极的互助关系,我们建议向当地农民提供杂草,供于家畜的饲料(在对树木生长没有影响的程度内)。

### 8-5 实验造林跟踪调查结果

#### 1. 调查期间

整体项目的实施期为22个月,而实验造林的实际实施期间(从栽植时到项目结束)为大约1年。为了在这么短的期间里尽可能获得更多的实验成果,在实验造林调查期间我们计划了3次栽植后的跟踪调查,成活率的调查在栽植大约1个月后(第一次跟踪调查),成活率及生长量调查在栽植当年的生长期大致结束时(第

二次跟踪调查)和在栽植第2年的4月中旬(旱季末期,第三次跟踪调查)进行。

## 2. 调查样地的设定

根据实验地的立地条件调查结果,实验地1以前曾作为农地使用过,所以和实验地2相比,土壤层比较深,有效养分相对较多,土壤的物理性也较好。但综合而言两实验地的立地条件差异不是很大。根据土壤条件的不同,我们在两个实验地上进行了以下的立地区分。

A区:土壤层厚度80cm以上,沙质土的比率在40%以下,立地条件良好。

B区:土壤层厚度40cm—80cm,含有少量砾石,沙质土的比率在50%左右,立地条件一般。

C区:土壤层厚度60cm以下,含有较多的砾石,沙质土的比率在60%以上,立地条件较差。

在实验结果调查时,为了能同时把握立地条件与生育状况的关系,在两个实验地的A区设置了样地A—1(为调查存活率和成长量而设置的编码调查区—平均坡度15度以下)和样地A—2(只做成活率的调查区—平均坡度16度以上)。在B区和C区分别设置了样地B和样地C(只做成活率的调查)。各样地的栽植株数如表8-5-1、8-5-2的调查结果表。

## 3. 调查方法

成活率是指调查时生存株数占栽植总数的百分比。在判断是否存活时,即使栽植的苗木的地上部分由于某种原因曾枯萎折断,但只要在调查时有重新萌芽或有新的枝条产生时都可判定为成活。另外即使一个栽植穴里有两株以上树木生存也只计为一株。

在成长量调查时,测定了新银合欢、小桐子及攀枝花的苗高和地径。调查时台湾相思和车桑子的地径生长不太明显,特别是直播的车桑子还没有木质化所以只测定了苗高。草本的剑麻由于还未形成树干,所以没有进行成长量调查。

## 4. 调查结果及分析

栽植后的第1次跟踪调查时进行了成活率调查,第2次和第3次跟踪调查时进行了存活率和成长量调查。存活率的调查结果列在表8-5-1和表8-5-2中。成长量的调查结果列在表8-5-3中。试种的桉树,只栽植了68株而已,故不是通常调查的对象。

表8-5-1 实验地 1 的成活情况(2001年6月23日~25日栽植)

不同立地条件的样地	树种	栽植量 (株)	第1次调查(8月15日)		第2次调查(11月23日)		第3次调查(4月24日)	
			成活量 (株)	成活率 (%)	成活量 (株)	成活率 (%)	成活量 (株)	成活率 (%)
A-1	新银合欢	120	82	68.3	77	64.2	76	63.3
	台湾相思	60	53	88.3	52	86.7	52	86.7
	小桐子	104	79	76.0	69	66.3	66	63.5
	车桑子	52	25	48.1	23	44.2	23	44.2
	计	336	239	71.1	221	65.8	217	64.6
A-2	新银合欢	49	24	49.0	22	44.9	20	40.8
	台湾相思	71	57	80.3	32	45.1	33	46.5
	小桐子	73	65	89.0	34	46.6	37	50.7
	车桑子	51	4	7.8	4	7.8	8	15.7
	计	244	150	61.5	92	37.7	98	40.2
B	新银合欢	153	95	62.1	76	49.7	81	52.9
	台湾相思	122	68	55.7	42	34.4	48	39.3
	小桐子	179	124	69.3	90	50.3	80	44.7
	车桑子	56	28	50.0	27	48.2	25	44.6
	计	510	315	61.8	235	46.1	234	45.9
C	新银合欢	51	26	51.0	19	37.3	24	47.1
	台湾相思	90	56	62.2	30	33.3	22	24.4
	小桐子	78	67	85.9	37	47.4	31	39.7
	车桑子	0	0	-	0	-	0	-
	计	219	149	68.0	86	39.3	77	35.2
其他	赤桉	0	0	-	0	-	0	-
	直干桉	68	56	82.4	56	82.4	56	82.4
	攀枝花	72	66	91.7	65	90.3	63	87.5
	剑麻	54	53	98.1	53	98.1	52	96.3
	计	194	175	90.2	174	89.7	171	88.1
合计		1,503	1,028	68.4	808	53.8	797	53.0

A-1: 土壤层80cm以上, 砂质土比率40%以下, 立地条件好的成活率调查区域。平均坡度15度以下。

A-2: 土壤层80cm以上, 砂质土比率40%以下, 立地条件好的成活率调查区域。平均坡度16度以下。

B: 土壤层40~80cm, 砂质土比率50%左右, 立地条件中等的成活率调查区域。

C: 土壤层60cm, 砂质土比率60%以上, 立地条件差的成活率调查区域。

表8-5-2 实验地2的成活情况(2001年6月23日~25日栽植)

不同立地条件的样地	树种	栽植量 (株)	第1次调查(8月15日)		第2次调查(11月23日)		第3次调查(4月24日)	
			成活量 (株)	成活率 (%)	成活量 (株)	成活率 (%)	成活量 (株)	成活率 (%)
A-1	新银合欢	120	82	68.3	77	64.2	65	86.7
	台湾相思	60	53	88.3	52	86.7	53	81.5
	小桐子	104	79	76.0	69	66.3	43	86.0
	车桑子	52	25	48.1	23	44.2	43	75.4
	计	336	239	71.1	221	65.8	204	82.6
A-2	新银合欢	49	24	49.0	22	44.9	81	77.9
	台湾相思	71	57	80.3	32	45.1	65	64.4
	小桐子	73	65	89.0	34	46.6	67	85.9
	车桑子	51	4	7.8	4	7.8	69	86.3
	计	244	150	61.5	92	37.7	282	77.7
B	新银合欢	153	95	62.1	76	49.7	41	47.1
	台湾相思	122	68	55.7	42	34.4	47	70.1
	小桐子	179	124	69.3	90	50.3	118	84.9
	车桑子	56	28	50.0	27	48.2	42	93.3
	计	510	315	61.8	235	46.1	248	73.4
C	新银合欢	51	26	51.0	19	37.3	28	39.4
	台湾相思	90	56	62.2	30	33.3	34	42.5
	小桐子	78	67	85.9	37	47.4	56	71.8
	车桑子	0	0	-	0	-	26	65.0
	计	219	149	68.0	86	39.3	144	53.5
其他	攀枝花	72	66	91.7	65	90.3	27	67.5
	剑麻	54	53	98.1	53	98.1	48	96.0
	计	194	119	90.2	174	89.7	75	84.4
合计		1,503	1,028	68.4	808	53.8	953	73.0

A-1: 土壤层80cm以上、砂质土比率40%以下、立地条件好的成活率调查区域。平均坡度15度以下。

A-2: 土壤层80cm以上、砂质土比率40%以下、立地条件好的成活率调查区域。平均坡度16度以下。

B: 土壤层40~80cm、砂质土比率50%左右、立地条件中等的成活率调查区域。

C: 土壤层60cm、砂质土比率60%以上、立地条件差的成活率调查区域。

表8-5-3 实验造林主要树种的生长量调查结果

树种	苗木规格 (平均植 cm)		01年11月25日调查时的生长量(平均植 cm)						02年4月25日调查时的生长量(平均植 cm)					
	苗高	地径	实验地1		实验地2		平均		实验地1		实验地2		平均	
			苗高 (最大高)	地径 (最大径)	苗高 (最大高)	地径 (最大径)	苗高	地径	苗高 (最大高)	地径 (最大径)	苗高 (最大高)	地径 (最大径)	苗高	地径
新银合欢	27.5	0.5	87.4 (215.0)	1.1 (2.4)	123.4 (250.0)	1.2 (2.5)	103.9	1.2	97.5 (282.0)	1.7 (3.4)	132.8 (270.0)	1.7 (3.2)	113.8	1.7
台湾相思	28.3	—	42.8 (103.0)	—	42.8 (120.0)	—	42.8	—	66.0 (149.0)	—	54.8 (130.0)	—	60.4	—
小桐子	12.6	1.6	34.2 (80.0)	2.8 (4.8)	45.7 (104.0)	3.1 (5.2)	38.7	2.9	36.1 (82.0)	3.1 (5.4)	47.4 (113.0)	3.4 (5.7)	40.48	3.3
车桑子	直播	—	23.2 (55.5)	—	40.4 (82.5)	—	34.4	—	33.6 (72.0)	—	48.6 (100.0)	—	43.3	—
攀枝花	38.1	1.2	72.3 (152.0)	2.4 (4.3)	75.8 (140.0)	2.5 (4.8)	73.9	2.4	87.9 (170.0)	2.5 (4.3)	84.9 (156.0)	2.5 (5.2)	86.5	2.5

注1：11月的调查时台湾相思和车桑子因幼干的木质化不完全，而且个体间的差异不显著，所以省略了地径测定。

注2：4月的调查时台湾相思和车桑子的平均地径生长量小于1cm，所以省略了地径测定。

表8-5-4 四川省攀枝花市米易县2001年主要气象指标统计

月	降雨			日照时间			气温			地温			蒸发量	
	月降雨 (mm)	多年平 均 (mm)	降雨日 数	多年平 均	月合计 (时)	多年平 均	月平均 (°C)	多年平 均	最高温 度	月平均 (°C)	最高温 (°C)	最低温 (°C)	月合计 (mm)	多年平 均
1	0.0	4.9	0.0	2.0	236.6	225.9	12.4	11.6	25.7	15.0	43.5	-2.0	138.8	138.7
2	12.1	4.8	4.0	2.5	217.0	224.5	15.2	15.1	27.6	18.2	52.9	1.2	160.6	203.1
3	0.8	9.1	3.0	3.0	269.0	264.3	19.8	19.6	33.5	23.6	61.0	3.6	275.4	330.1
4	0.0	17.0	0.0	4.9	291.5	249.0	24.5	22.9	35.8	29.8	71.9	8.3	385.4	359.3
5	128.0	66.5	19.0	11.7	157.8	241.8	21.8	25.1	34.9	25.5	69.6	10.9	181.3	332.7
6	296.4	221.9	18.0	18.8	167.2	166.6	23.7	25.1	35.6	25.9	44.8	14.6	157.7	205.1
7	218.0	250.5	15.0	19.7	213.8	158.6	25.3	24.9	34.2	28.9	60.8	18.8	185.1	172.9
8	164.5	205.7	20.0	19.0	136.5	178.4	23.7	24.3	34.6	27.2	64.1	18.4	146.8	170.6
9	338.9	204.4	20.0	17.5	93.8	133.4	22.5	22.0	32.5	24.6	42.3	18.4	97.1	137.0
10	125.9	94.7	14.0	13.4	154.9	167.9	20.2	19.4	32.2	22.7	56.3	12.8	108.2	123.8
11	352.0	24.2	8.0	6.1	146.6	187.2	15.1	15.2	26.5	17.8	44.9	4.5	79.2	111.3
12	0.0	7.2	0.0	2.5	208.1	198.0	11.6	11.5	24.2	14.8	41.8	-2.2	88.0	92.8
合计	1636.6	1110.9	121.0	121.1	2292.8	2395.6							2003.6	2377.4
平均							19.7	19.7		22.8				

注: 1. 月降雨日数平均为1956年~1981年的平均值  
 2. 月蒸发量平均是1956年~1990年之平均值  
 3. 其他平均为1956年~2000年之平均值



### 1) 栽植年的异常天气对造林的影响

2001 年的气候可以说是罕见的。3、4 月份的降雨量仅为 0.8mm。而 5 月份的降雨量则是平常年的 2 倍，达到了 128mm，而且一个月的降雨日数为 19 天。常年从 6 月开始雨季。此后，9 月至 11 月的降雨量也大大超过了平常年分(表 8-5-4)。由于这种异常气候，首先对育苗造成了很大的不良影响。特别是在栽植年早春播种的新银合欢和台湾相思基本上没有形成木质化，新银合欢有的徒长高达 80cm 以上。在造林前一年(2000 年)育苗的攀枝花和小桐子在 2001 年进行了切干换床，而重新萌发的枝条也同样处于木质化不足现象。这种现象是使栽植后的成活率和生长量降低的主要原因。

雨季的提前到来和降雨量的大幅度增加，再加上施肥，立地条件比较好的实验地 1 内杂草异常繁茂给原本脆弱的幼苗的成活和生长造成了很大的阻碍。幼树枯死的直接原因是被杂草埋没捂死。另外，杂草的繁茂对直播的车桑子的发芽带来严重的影响。基于此原因，立地条件相对处于优势的实验地 1 的成活及生长状况，除了攀枝花以外反而大大落后于实验地 2。我们估计起因于降雨量的增大发生的日照不足也对幼苗的成活和生长带来一定的影响。

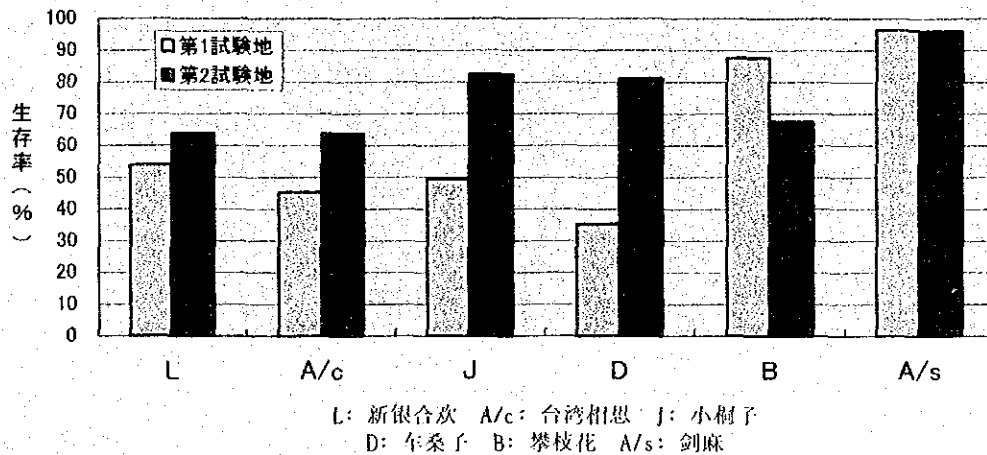


图8-5-1 两个实验地的造林树种生存率

### 2) 整地和施肥效果

对干干热河谷的造林，整地具有极为重要的意义。在旱季，表土干燥厚度达到 40cm，因土壤硬结，大幅度地下降土壤保水力和通气性。因此，如果栽植前不中耕，不但栽植工作困难，而且对栽植后的成活带来严重的影响。当地的有关人员也充分认识整地的重要性，但在当地一直推荐了带状整地。单纯地看栽植难度和树木生长情况的话，全面的带状整地当然有较大的效果。但是，在这次试验造林的栽植密度情况下，全面进行带状整地，在坡面上每隔 2m 应修 80cm 宽的水平台，其结果，不仅大幅度地提高造林成本，而且大量的切坡导致成为新的水土流失源。

考虑到这种因素,这次试验的带状整地的水平台的间隔定为10m,除此以外的地方都采用穴状整地。到2002年4月25日为止,带状整地和穴状整地的成活率没有明显的差异。部分带状整地地段的新银合欢和小桐子的生长量有若干优势,但没法确认是否起因于整地方法的差异。

近年来,有些学者发表过研究成果,即使是穴状整地、穴植尺寸大于60cm×60cm×40cm规格时的整地效果与带状整地一致(长江上中游防护林建设论文集-P269)。结论是在安宁河流域的干热河谷、60cm×60cm×40cm规格的穴状整地,有很大的效果,而且效率也高。

在森林地带,施肥对成林带来的效果不大,不需要施肥。但是,在土壤条件极为差的地方(沙漠化土地、侵蚀严重的荒地等),对幼树的生长带来严重的影响,失败的例子比较多。该实验地由于长年处于荒废状况,侵蚀很严重,土壤的物理性恶化。我估计过去在类似立地条件的地方失败造林的原因在于这些土壤养分缺乏。因此,在该实验时计划了栽植时的施肥和栽植后第二年的追肥。使用的肥料是混合化肥的堆肥,每公顷的栽植株数为4,995时,成本约为1.3万元。如果是一般立地条件的造林,即使施肥量减到一半,还是会有比较高的效果。

与当地的以往造林相比,新银合欢、台湾相思、车桑子的第一年的生存率和生长量都大幅度地超过以往的数值(参照下节的详细分析)。这不能单纯地说施肥效果好,但估计在复合因素当中,施肥对生长量的促进作用带来较大的影响。但是,另一方面,即使是特殊情况,由于造林当年的降雨量大多于常年的降雨量,导致施肥的负面影响,即异常降雨量使苗木脆弱,还加上杂草繁茂严重,发生被杂草埋没捂死的现象,导致成活率的下降。虽然发生了这种异常情况,但施肥的效果还是大于负面影响。总之,在干热河谷施肥是很有效果的措施,从经济上也可行的。

### 3) 立地条件与生育状况

两个实验地都属于干热河谷荒山地。土壤调查结果,两处的物理性没有很大的差异。因为实验地1已往曾作为农地被利用过,所以土层相对厚一些,有效养分量也略多一些。即实验地1的地力比实验地2稍微好。两处实验地的最大的差异是实验地2零散分布沙土,所以,实验地2的水分渗透性和通气性比实验地1优势。

同时,在同一个实验地内,土壤层的厚薄、砾石及沙土的含量也不一,造成了局部立地条件一定的差异。但从目前的实验结果而言,由于立地条件的差别而造成的生育情况的差异不显著。但是,实验地1的A区A-1样地的平均成活率最低,对此进行详细的调查的结果,发现了整地时发生了小规模的小滑坡,表土流失,坡面露出许多砾石。我估计这是局部样地的成活率降低的主要原因。

比较两个实验地,实验地2的生长情况反而要优于实验地1(图8-5-2)。这起因于上述的异常气候影响。由于异常降雨促进杂草繁茂,地力良好的实验地1的成活率比实验地2下降。另外,因降雨量比常年多1.5倍,在粘土较多的实验地1透水性差,导致了容器苗的根系腐烂,由此成活率更为下降。与此相反,由于实验地2是沙质土

壤，还加上施肥效果，在降雨量多的情况下，成活率及生长量反而大大提高了。通过过去各种实验，许多学者指出新银合欢、台湾相思、小桐子都适于通气性较好的沙壤土。这次实验结果也显示了这种特性。

#### 4) 各树种的成活率、生长量及综合评价

为了营造复层混生林，选择了乔木的新银合欢、台湾相思、攀枝花和灌木的小桐子、车桑子。至2002年4月24日为止的不同实验地各树种的成活率见图8-5-2。在进行的三次调查中，就部分树种而言，后期调查的成活率反而高出前期调查的成活率。其原因是第一次和第二次调查之前均先进行了打草，所以有个别树苗在打草时地上部分被切断而没有被砍断，此后重新发芽后被计入第二、三次的成活率中。

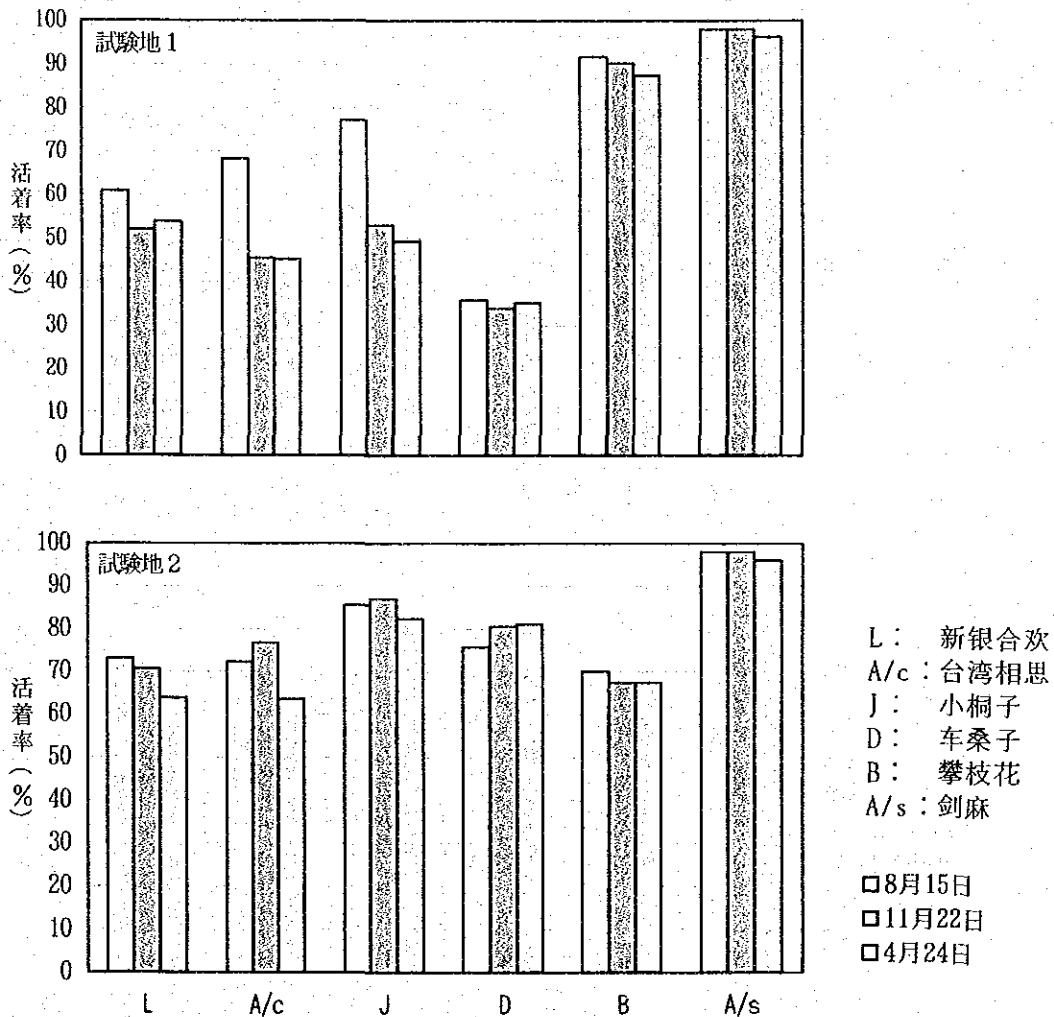


图 8-5-2 实验地 1 和实验地 2 的各树种的成活率变化

### (1) 新银合欢和台湾相思

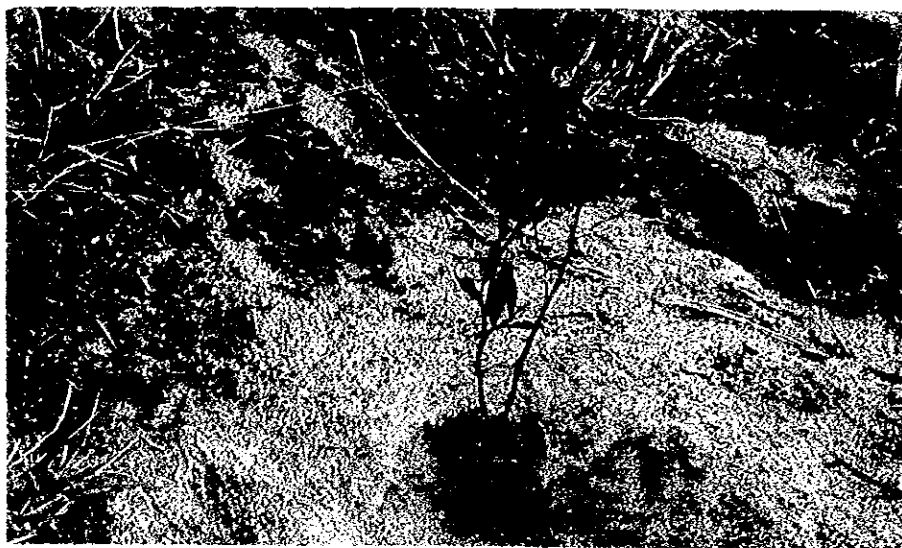
新银合欢和台湾相思是在约 20 年前引进到项目规划对象区凉山州南部及攀枝花市的。这两个树种在米易县海拔 1,500m 以下的温暖地, 造林效果比较好。过去在米易县, 新银合欢主要使用裸根苗或直播, 台湾相思主要使用容器苗。但是, 造林当年成活率都在 40% 以下, 而数年后的存活率都在 20% 以下。目前在米易县唯一的造林成功例是通过几年的补植成林的台湾相思林。

此次实验中, 新银合欢的栽植翌年 4 月的两处实验地平均成活率为 58.9%, 约 10 个月的树高生长量达到了 113.8cm。栽植年虽然遇到罕见的异常气候, 大大影响了苗木的发育和栽植后的成活及生长, 但与以往的造林成绩相比, 成活率还是有所提高。我估计今后对两种树种的生存率带来影响的是第二年的雨季时的与杂草竞争和因旱季的土壤干燥引起的枯死。此次实验中, 计划第二年也进行打草, 不会发生与杂草竞争的问题。看旱季的土壤干燥情况, 实验地的土壤干燥层厚度(含水率 3% 以下) 最大达到 40cm。因此, 到旱季之前树木根系达到地下 60cm 深, 能够避免起因与土壤干燥的枯死。另外, 此次实验中, 新银合欢和台湾相思使用了容器苗, 但容器土的粘性成分过多, 栽植后第 10 个月时, 营养土粘着在部分苗木的根系, 阻碍根系的正常生长, 导致了树苗枯死。(图 8-5-3)。

在 2002 年 4 月末进行的调查时, 就生存幼树的根系生长进行了调查, 其结果, 两种树种树高达到 30cm 的幼树, 其根系垂直生长量为 40cm 以上。到此次跟踪调查为止, 树高小于 30cm 的幼树比率, 新银合欢为 6.4%, 台湾相思为 16.1%。我估计刚经过栽植后第一年的旱季时, 如果在栽植第二年的生长期间的气候与往年一样正常, 开始第二年的旱季之前, 大部分的造林木的根系生长量会达到 60cm 以上。因此, 在没有发生异常气候和其他不可预测的灾害的情况下, 生存率不会更为下降。

总之, 新银合欢和台湾相思适于米易县及德昌县南部的低海拔地带, 做为防护林营造树种可以特别推荐。

图 8-5-3 枯死的台湾相思(营养土板结)



## (2) 小桐子和车桑子

灌木树种小桐子和车桑子属于乡土树种,尤其是车桑子是采伐迹地、荒山裸地的先锋树种,所以在当地林边处、公路旁边等随处可见。小桐子一般喜生于水分条件较好的河边或山谷地带。在项目区,阻碍小桐子的生长的因素是冬季的低温,并不是水分条件。以往在当地虽然有车桑子的造林经验,但还没有小桐子的成片造林前例。这次实验设计这两个树种,一是从适地适树原则出发,二是做为主要林分构成树种引进外来乔木,混交乡土树种,由此减轻病虫害的发生,提高林分的稳定性。

栽植二年生裸根苗的小桐子,在实验地1,由于被杂草埋没而造成捂死的幼苗比较多。估计根系腐烂的原因是栽植当年的土壤水分过多。但是,在实验地2的成活率为82.3%,平均树高生长,从栽植时的12.6cm,经过10个月达到47.4cm。小桐子是深根性灌木,喜生于通气性较好的地方(沙质土)。看栽植后约1年的生长过程,树高生长量比地径生长量多,而且靠近根元部的分叉较多。小桐子在旱季落叶,若地上部分遭遇受害,从残存的树干或根元部分萌芽。此次实验中,根系比较发达(图8-5-4)。

图 8-5-4 小桐子的根系(栽植后第10个月)



小桐子原来是最适于干热河谷的树种,但是,由于为了与其他树种同时期栽植,在开始雨季后约一个月时直播,所以在杂草繁茂特别多的实验地1,发芽而生存的幼苗仅为35.4%。在实验地2,因有些在第一次打草之后才发芽,生存率保持了81.1%。看树高生长量,实验地1的生长量为33.6cm,实验地2为48.6cm,有明显的差异。小桐子一旦成活,在此后的生存和生长过程中几乎不发生问题。

总之,小桐子尽量避免渗透性差的地方栽植,栽植时注意不要伤根,栽植后继续两年进行打草,就一定成功造林。小桐子将能成为干热河谷的防护林建设的主要林分构成树种,我建议积极引进该树种。

### (3) 攀枝花和桉树

攀枝花也是当地的乡土树种,喜生长在水分条件好的肥沃土地,一般多散生于河岸或光线充足的山涧谷地。但也具备较耐瘠薄的特性。做为林分的构成树种,可以起到林分早期稳定作用。在这次实验中,专门选择了水分条件相对好一些的沟谷地段栽植了约1,250棵的二生苗。由于栽植时的苗高已达到约40cm,栽植后的生长比较快,和其他树种相比,被杂草埋没枯死的威胁减轻。因此,立地条件较好的实验地1的成活率达到87.5%,实验地2的成活率为67.5%。另外,看栽植后约10个月的生长情况,树高从栽植时的38.1cm长到86.5cm,地径从1.2cm生长到2.5cm。虽然过去在当地做为造林树种没引进过攀枝花,故没有可以对比的参考资料,但在该地区的类似立地条件的地方确认了已存在成木。通过此次实验造林得知只要慎重地选地,可期待在米易县干热河谷地营造防护林时能成为林分构成树种之一。

此次实验时栽植了68株桉树。但是,这是做为试种栽植的,所以不是跟踪调查的对象。按目测栽植后1年的生存率为90%以上,平均树高达到2m以上。据在当地的听取调查,在干热河谷栽植,第二年以后枯死的例子比较多。其原因不明,但我估计由于该树种是水分要求较高的早成树,密度较高的成片造林时,不能经过干旱时期导致枯死。虽然在这阶段得出结论是时为尚早,但我认为在干热河谷,也可能做为混合林的一个树种引进该树种。

### (4) 剑麻

剑麻是多年生大型常绿草本植物,在干燥地或贫瘠地都可以生存。此次实验时做为实验地的防护篱栽植了约5,000株的裸根苗。同时专门选择部分露出岩石,土壤层较薄的地方栽植了该树。不管栽在何处,都达到了96%的成活率。在实验地的周围可以观察到,剑麻在头三年生长较缓慢,但五年后可以长到1m左右,足可以发挥水土保持作用。所以进行适当的施肥的话,头三年间也可以发挥很大的防护作用。

剑麻抗旱性非常强,几乎不受家畜等的兽害。而且,能生产高强度的纤维,故在干热河谷的村庄附近栽植的话,会有一定的效果。

### 5) 栽植前的苗木处理

在这次实验中,由于春季异常多雨造成所有的苗木都表现出明显的木质化薄弱的现象。为此对徒长现象非常严重的新银合欢苗采取了截杆栽植的临时措施,而攀枝花苗则采取了摘叶处理。这些应急对策在此次实验中都发挥出了很大的作用。新银合欢的栽植1个月后的成活率达到了65%以上,一年后的保存率也在59%。尤其是攀枝花表现得更为明显,栽植1个月后的成活率达到了80%,一年后的保存率也保持在75%以上。

虽然因为没有进行对比实验,无法进行统计比较但从已往的造林相比,上述随即应变的处理措施可以认为取得了一定的效果。

## 8-6 总结

干热河谷造林的最大难题是约半年的旱季。在这期间土壤层的含水率特别下降，约40cm的表土几乎没有水分。因此，到开始旱季之前使苗木的根系生长到50cm长是造林成功的关键。为此，中耕整地的深度一定达到40cm以上是不可缺少的因素。另外，为了促进幼树的初期生长，施肥也是很有效的手段。

此次实验过程中，由于异常天气的影响，所有的苗木均处于不健全状态，给造林成活率带来了负作用。但是，总而言之，在育苗上还存在着很多需要改善的问题。尤其是容器苗营养袋规格过小的问题，营养土配方及轻量化问题、促进木质化的练苗问题等急需解决。

另外，栽植后头两年进行打草也是不可缺少的。栽植头年必须进行一年两次的打草。尤其是如此次实验，栽植密度比较大的时候，至少开始旱季一个月前打一次草，由此避免杂草吸收过量的土壤水分是非常重要的。

栽植后约一年就结束了本项调查的造林实验，在此期间，基本上达到了验证干热河谷的造林手段的预期目的。就一部分探索性实验内容及结果而言，至少经过几年之后才能得出具有高信赖性的结论。但是，通过此次实验基本上掌握了克服这些课题的方向和可能性或改善措施。总之，此次实验造林得到了四川省及当地有关部门的高度评价。图8-6-1是于2001年11月拍摄的实验地2的相片。

图8-6-1 实验地2的部分地区



## 第9章 造林计划制定手册

### 9-1 编制造林计划制定手册的基本想法

造林计划制定手册的基本想法和本调查的流程图相似。但是在米易县已经做过干热河谷地区的造林实验，而且在西昌市、喜德县和昭觉县正在实施四川省的示范造林项目，因此在此指针中无需编入那些内容。是否编入土壤调查和社会经济调查需要研究。土壤图有小比例的，但是本调查的重点区域的土壤分布复杂，希望能够制作整个流域的 1:50,000 比例的土壤图。社会经济调查可以利用乡镇的各种统计数据，但本调查的社会经济调查结果，再补充部分调查即可以应付。

本调查的地形图和其他各种图表都进行了数字化处理，所以各种数据都可以在电脑上重复处理，简单地完成各种作业。也可以对各种因素进行组合，研究各种计划。当然此指针是针对本调查制定的，所以在做其他研究时必须采用适合当地的研究方法，但是制定安宁河流域造林计划的话，此指针具有充分的参考价值。

### 9-2 造林计划调查流程

为了制定造林规划需要航片拍摄、地形图制作、土地利用植被调查、土壤调查、社会经济调查等基础调查、造林规划制定、治山规划制定、与有关行政单位的协商、事业评估等过程。造林计划制定手册的调查事项的流程如图 9-2-1 所示。

因为安宁河流域的造林规划的目的是营造生态防护林，用材林和经济林的营造面积很小，所以项目评价以森林的公益性为主要内容。

一般造林规划很少包含治山施工的内容，本调查也不包括大规模的治山工程，只是规划了为保持水土植树造林而必需的示范性简易治山工程。

制定造林计划的过程中，从航片摄影开始到造林计划的完成有许多调查事项。



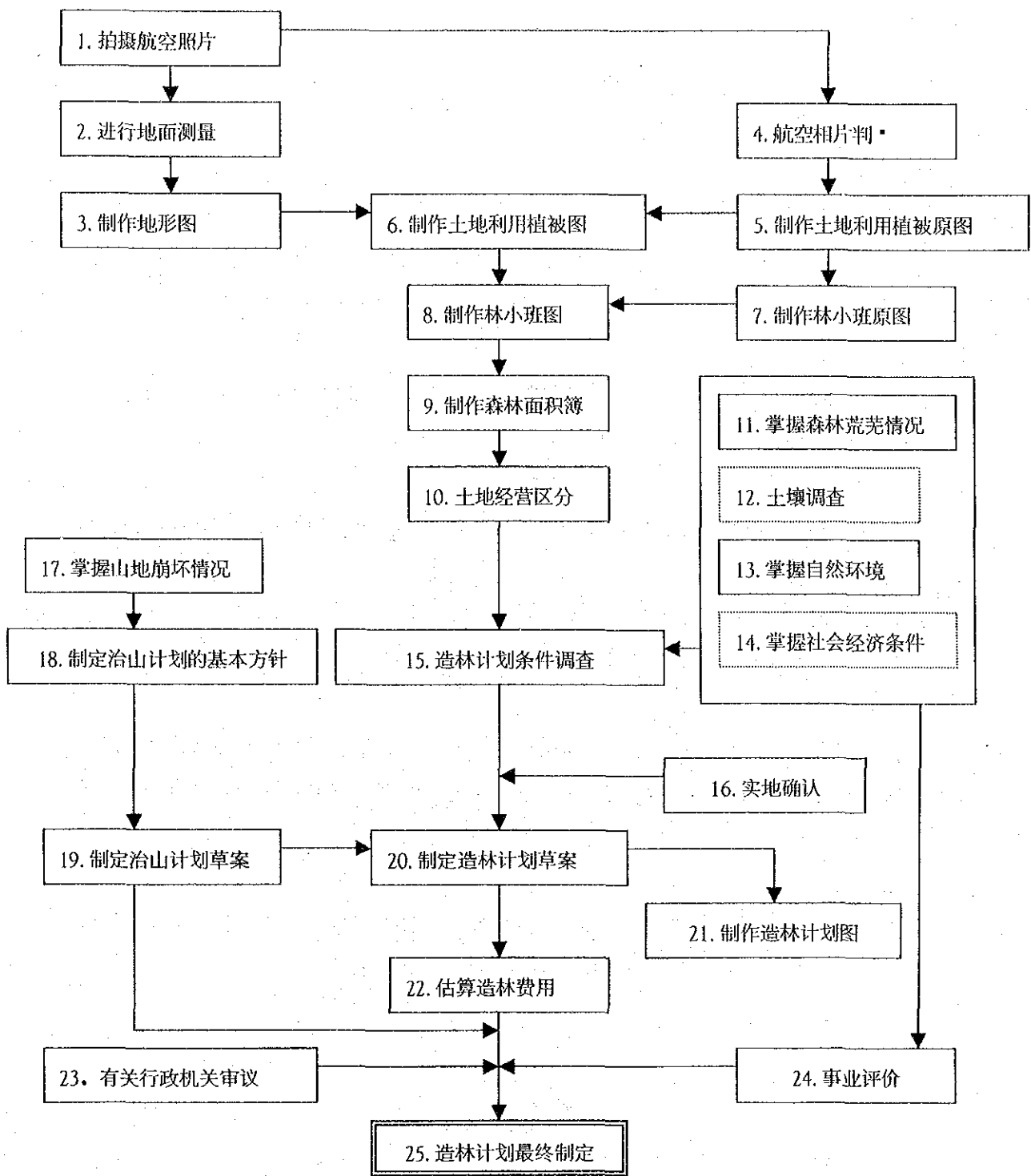


图 9-2-1 制定造林计划流程

### 9-3 基础调查

#### 9-3-1 拍摄航空照片和制作地形图

##### 9-3-1-1 拍摄航空拍摄照片

###### 1. 摄影飞行计划

###### 1) 测量目的和用途

以制作国家机关所计划的多目的一般地形图为主，同时了解国家、地方和公共组织、企事业为建设和设计所需要的各种测量工作和目的。然后决定图的各种用途。

###### 2) 测量地区和摄影时间

原则上根据上述诸目的，决定测量的区域范围和面积，同时根据该区域呈现的地形状态和气象条件来决定摄影时间。

###### 3) 测量用飞机、相机和胶卷

根据以上条件选择具有相符性能的合适飞机，选择适合测量用的相机，并且选择合适的摄影用胶卷。为此必须开展认真的调查。

###### 4) 相片测量机器

对后续作业的制图机和调查机器也需要进行必要的调查。

###### 5) 摄影方法

决定摄影高度、摄影比例、重叠度和方向、倾斜限度、摄影数量以及摄影路线。同时收集现地的地形图等有关资料和情报，确定摄影方法。另外，必须考虑现存基准点的配置情况。大体上摄影分为以下3种。

###### (1) 航线摄影

对道路、铁路和河流等狭长的地形或对象物进行调查设计，要求制作画面多，同时在这些区域中的基准点又几乎等密度存在时，一般采用这种方法。

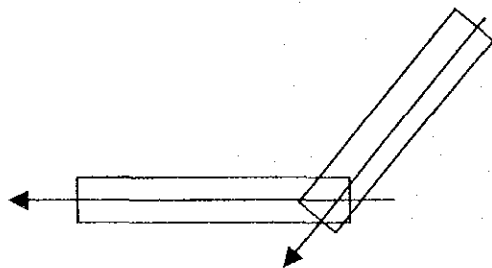


图9-3-1 航线摄影

###### (2) 一般摄影

摄影区域广阔，基准点等密度存在时采用此方法。此方法适合于地籍测量、森林规



## 2. 摄影注意事项

依据摄影计划，考察摄影区域的地形状况，特别要注意标高差，不要让地形的高度差异使相片失真。为此制定以下诸摄影条件，为了满足各种条件，对每条摄影路线都计算平均飞行高度。下面是本调查的一个实例。

摄影面积： 50,000 公顷

相片比例： 1 : 25,000

对地高度：  $150\text{mm} \times 25,000 = 3,750\text{m}$

路线间隔：  $230\text{mm} \times 25,000 \times 0.7 = 4,025\text{m}$  (30%周边间隔)

相片间隔：  $230\text{mm} \times 25,000 \times 0.4 = 2,300\text{m}$  (60%重复间隔)

摄影飞机： 运 12 飞机 (中国制造)

摄影相机： RC 10 A (瑞士莱卡公司制造)

摄影高度计算：

摄影预定比例： 1 : 25,000

最小标高值 1,200m + 最大标高值 5,200m

2

$= 3,200\text{m}$

摄影相机焦距：

$25,000 \times 0.15\text{m} = 3,750\text{m}$  (对地高度)

$3,750\text{m} + 3,200\text{m} = 6,950\text{m}$  (飞行高度) 约 7,000m

## 3. 相片处理

### 1) 胶卷显象

摄影后的胶卷将送到指定的冲印社冲洗。此调查项目要经过军方的审查，为此制作黑白相片。

### 2) 相片检查

根据摄影要求，检查相片的重叠间隔、周边间隔、有无云层和其他各种要求，对于不能满足摄影要求的相片（特别是重叠间隔和周边间隔），安排重新拍摄。

### 3) 制作原幅相片和

在通过相片审查后，用底片冲印原幅相片、和放大 2 倍的相片，制作后续作业所需要的这种资料。

#### 4. 制作摄影标定图

原幅相片制成后，为了在同样比例的地形图上确认摄影情况，需要根据相片的重点在地形图上设定标志制作标定图。此标定图的制作是为了了解摄影情况和相片的重叠程度，管理基准点的配置和主点基线的方向。

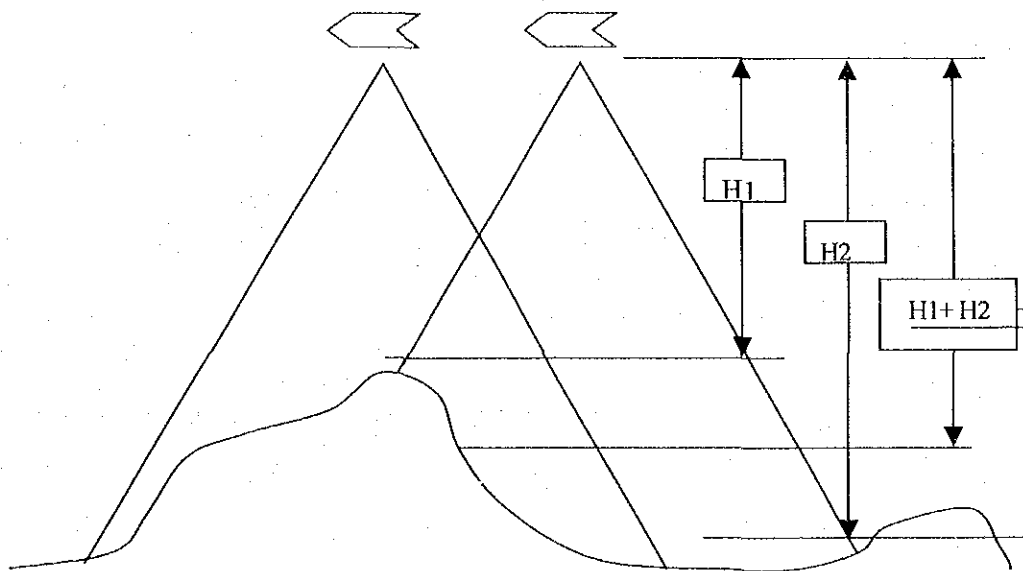


图 9-3-4 平均摄影高度

#### 9-3-1-2 实地测量

依据摄制的航空相片制作地形图。航空相片很少单张使用的时候，一般都是在实地利用航空相片测定的结果，一个摄影区域、一个摄影区域地检查各种要素。另外，实地确认相片上的情报等调查活动也是制作地形图所不可缺少的。

##### 1. 标定点测量

为了标定（定位置和高度）根据摄制的相片而构成的空间范本，必需在实地选择相片

上的明显的地上标志，测定它的位置和高度。现在一般利用卫星，进行GPS基准点测量。这种测量方法的精度和效率可谓日新月异，测量作业也因此得以大大改善。GPS测量方法大体可以分为两种，即静止测位和动态测位。简单说明如下：前者为最基本的干涉测位法，它由各测试点同时对由4颗卫星以上组成的卫星网接受1小时乃至几小时的测定信号，进行定位的方法。此调查的基准点测定使用这种方法。后者则在基准点固定设1台测试机，再用另1台测试机按顺序在各测定点测试几秒或几分钟，进行定位。此方法一般用在工程测量。

## 2. 简易水准测量

标高的测定并不只限于标定点，为了严密地调整高度，还需进行简易水准测量，设定多数标高调整点。水准测量成果用于后续的空中三角测量时作区域调整，或在制图作业中作为各空间范本的绝对标定点。其方法为在2倍大的相片上用针标明在实地确认的地点，并记录经过调整计算后的标高值（关于精度请参照设计书）。

## 3. 实地调查

实地确认相片上的标志物，并在相片上注明结果。同时收集如行政地名、行政界划等相片上无法得到的情报。作为判读时的要素，在制图时必须简单明了地将实地作业结果标出，以便航空操作员快速判读。

### 9—3—1—3 制作地形图

#### 1. 空中三角测量

为了弥补制图和相片图等后续作业中标高和位置基点不足，实施空中三角测量。

用摄制的底片做成正片，或直接扫描底片将其数据化。然后将此数据依照标定点和简易水准测量的结果按区域制作连续空间范本。因为将数据图化时只有以上的要素很难标定空间范本，所以作为标定辅助点每个空间范本再决定6个点（通过点和重叠点），并给出各点的坐标和标高。

空中三角测量时使用DPW (Digital Photogrammetric Workstation)，或其他通过计算机实现测量功能的机器，这些机器大大提高了测量的精度和效率。

(1) 通过点：为制作空间范本，沿摄影线路结合计算上的需要，进行选点。它将作为后续制图作业时各个独立的空间范本的标定点。

(2) 重叠点：摄影时重叠的部分，也可以兼做通过点（参照图 9-3-5）。

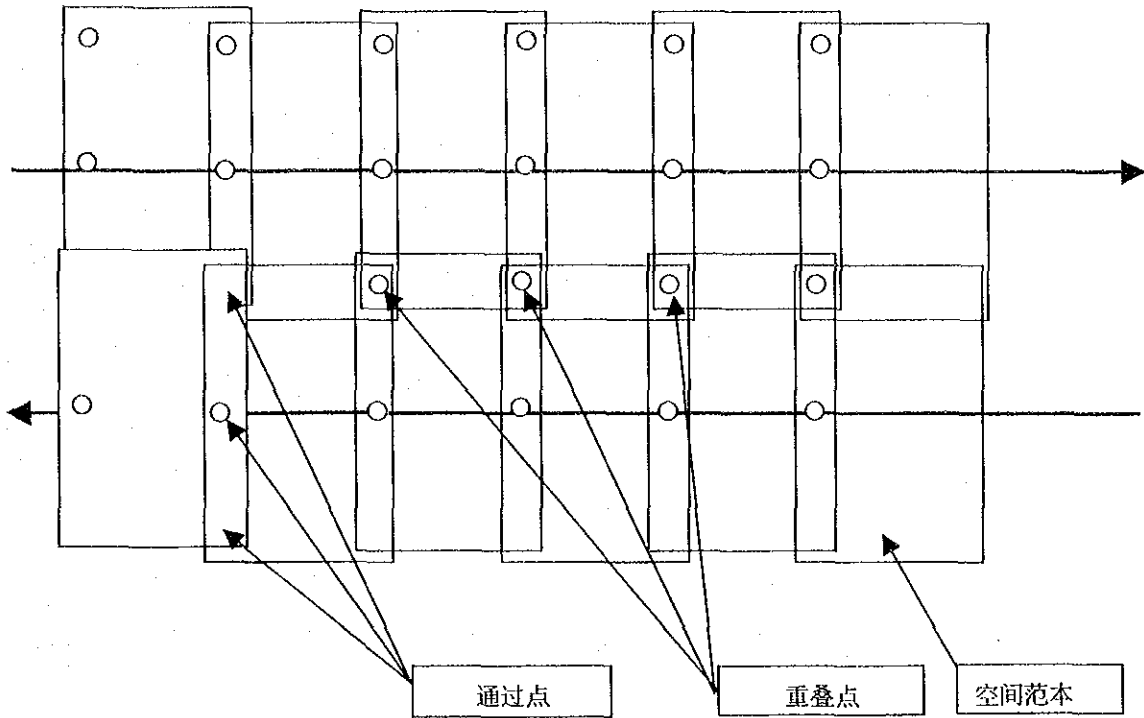


图 9-3-5 通过点和重叠点

各种点（基准点、通过点、重叠点和简易水准点等）测定结束后，根据这些结果（相片坐标值），计算实际的测地坐标。这时对计算结果进行调整。调整法大体有「独立样本法」等。

## 2. 数据图化

### 1) 定义

所谓数据图化是指，用可以处理数据的制图机器将以 60% 重复度拍摄的连续 2 张航空相片的空间位置再现（标定）后，制作空间范本，再进行数据测定，并且记录下来。即将三元的空间范本转换成二元数据的工作。以前模拟式的精算方式，现在已经变为数字处理后的各种数据转换作业。所以几乎所有的工作都依靠计算机来完成，只有最后的相片判读和点检仍然必须由人来完成。被数字化处理后的数据已经不只是地形图的原图，作为地

理情报系统的基础数据，它可以用于数字地形图的构建。以下为它的特征。

- ①基于航空相片测量的地图，在数字化处理时保持了测量的精度，是高精度的情报。
- ②数字地形图作为地理情报系统、设施管理系统的基础数据，可以用计算机管理和处理。
- ③根据需要可以制作二元或三元的数字地形图。
- ④数字化的数据可以再三修改，而没有改动部分的精度不会下降。
- ⑤内容存储方便，可以很简单地制作主题限定的图、表。

## 2) 数据图化机

数据图化时使用的机器为配有坐标读取装置的制图机，并非一般的数据图化机。它可以三维地读取航空相片，以数字化的数据读取三元坐标和空间属性。在具有普通图化机的功能以外，它还有以下功能。

- ①可以输入数据项目等条码。
- ②可以记录 X、Y、Z 三元的坐标值。
- ③要对线形对象物进行连续测定和连续记录，必须具备既定的时间间隔和距离间隔等基本数据。

## 3) 详细部分的数据化

制图时，对详细部分的数据必须留意以下的事项。

- (1) 一件不少地收集用经过整理的实地调查结果而制作的航空相片，以及其他资料等构成的不可或缺的数据。
- (2) 保证对象物的平面位置不会因为测定误差而易位。

## 4) 分类条码

分类条码是对地形地物等数字化数据进行分类的条码。基本数据依据此分类条码而各自归类。

## 5) 获取地形数据

地表的起伏状况在传统的地形图上是以等高线来表现的，即连续测定同一高度并将之描画于图。数字地图制作法时的数据获取方法，可以在直接测定等高线的方法以外，考虑



扩大利用地形表现数据，和缩减制作经费等因素，而选择地形数据样本法、地图数字化法以及两者交叉利用法。

#### 9—3—1—4 数据编辑

##### 1. 定义

追加数据图化时必须的实地调查数据，用有编辑装置的图形处理机修正形状的属性数据，删除不必要的的数据，补充欠缺的数据，提高图形坐标的整合性。这样的作业就是数据编辑。

##### 2. 数据图化和实地调查数据的输入

这是将实地调查的注释和标记，以及行政区划等情报以一并处理和对话处理的方式输入编辑装置的作业。

##### 3. 编辑数据的测试

编辑数据的测试是目测，所以只要在普通的制图器上看一下编辑是否正确，有无图形即可，无需使用高精度的自动制图器。

##### 4. 制作数字样本（DM）的文档

###### 1) 定义

制作DM文档就是将编辑好的数据，根据设计记录到电子记忆媒体上的作业。这时需要确认文档内容、记录顺序等，必须确保没有错误。另外，在开始独自的分类条码、初始化等作业时，要进行数据变换，制作DM文档。

DM文档里应该有整理过的必要项目，方便同文档的存在和管理。对记忆媒体中记录的数据样式，要有数据文档说明书。

###### 2) DM文档的测试

DM文档的测试要依据测试程序和图像显示器来高效地处理。特别是测试程序必须经过充分的验证。

#### 9—3—2 土地利用植被调查

## 1. 航空相片判读

### 1) 航空相片预备判读

航空相片预备判读需要收集调查地区的图面资料和其他调查材料，使用判读航空相片的反射式实体视镜。判读顺序如下：

- ①判读水系时，参照既存的地形图，确认具体位置和方向。
- ②根据水系的方向，确认分水岭位置，把握地形特征。
- ③先判读大面积水田，住宅村落等容易判读的目标。
- ④由水系分布判断住宅村落，确定主要道路。
- ⑤判读小班的境界等细小的地上目标。
- ⑥判读林地时，根据树种的特性，利用相片上标明的树干样子、高低、颜色和区域等树种分布数据进行判读。

将依照以上方法判读后的结果记录到航空相片上。

### 2) 野外调查

实地确认预备判读时不明确的地方和疑问点。对具有代表性的林地判读类型，调查它的经纬度、坡度、坡面、土地利用类型、优势树种、林间密度、下层植物生态等情况。

### 3) 制作判读基准卡片

判读基准卡片的作业是指依据林型或典型分类，在一张卡片上制作立体相片和实地数据（树种、混杂比率、材积等）、同时输入航空相片上的测定值（树高、树冠直径等）。因此卡片上有实际的相片和数据，所以通过判读相片可以直观地把握了解图像和森林构成因素的关系。

如上所述，林地判读基准卡片是由实地调查结果和原有的调查内容相结合而制作的。本调查的土地利用植物生态图的判读基准如表 9-3-1 所示。

### 4) 航空相片真正判读

根据判读基准卡片，补充、修正预备判读的结果，并把判读结果记录于航空相片。

## 2. 制作土地利用和植物生态图原图

以重点调查区域为区分单位，在既存的地形图基础上结合航空相片的判读结果，制作土地利用植物生态图。

表 9-3-1 航空相片判读标准

土地利用	植生区分	判读标准
森林	云南松	深绿色或浅绿色，集中在一个面上，分布于山地中下部
	其它针叶树	深绿色或浅绿色，稍集中于小的面上，分布于山地中下部
	阔叶树	灰绿色或浅绿色，成一小块，分布于山地的中下部
	松林	暗绿色或浅绿色，集中在一个面上，分布于山地上中部
	常绿阔叶树	暗绿色，树冠成大块，点在四处，分布于山地上中部
	落叶阔叶树	绿色或浅绿色，树冠细而成块，点在四处，分布于山地上中部
	混交林	绿色，树冠形态不一，成块，点在四处，分布于山地上中部
非森林	市街地	灰白色或白色，村落、住宅集中分明
	水田	灰白色或白色，区划明确，分布于山地下部
	烟及果树园	灰白色或绿色，种上庄稼的呈绿色，坡地筑为梯田，分布于山地中下部
	崩坏地	白色，浸蚀沟明显，植被缺乏的地方
	荒山裸地	泥色，几乎没有植被，分布于村落附近
	水域	浑浊的水色或水色，河川呈线状或筋状，蓄水池为方形
	其它	河川沙地为白色或灰白色，分布于河川。岩石地为灰色或灰黑色，分布于水土流失严重的河谷

### 3. 土地利用和植物生态图

土地利用和植物生态图的数字化需要进行以下作业。

- ①获取航空相片组成的空间样本（三元样本）中的土地利用和植物生态数字化数据。
- ②将所有数据分类。
- ③按照中国标准，编写数据构造和条码号。

### 9-3-3 制作林小班图

#### 1. 制作林小班图原图

以重点调查区域为区分单位，在既存的地形图基础上结合航空相片的判读结果，制作林小班图原图。

林小班图原图的制作，必须考虑以下事项。

林班设定应该利用地形图上的山峰或水泽等长时间不会变动的地上物。小班的区分应该根据分类，将同一林区分为同一小班。但是对一些可以预见的最近会有变动的因素，如

荒芜地、塌陷地等最近会开发或修整的地方，则应该事先作出区分。

## 2. 林小班图

林小班图应该正确表示行政区划和林小班的区划，同时还必须表示以下内容。

### ①林班号

依据调查区的境界线、乡镇边界和林场边界，以地形（山脚、河流和溪谷等）区分林班。番号记载必须自北往南，自西往东。

### ②小班号

在林班中依据土地利用类型、森林类型、林相和山地灾害等情况，区分小班。小班的最小判读单位为  $4\text{ mm} \times 4\text{ mm}$ ，实际面积为 1 公顷。番号的记载方法和林班相同。

### ③土地利用类型

记载由判读区分的内容。如村落、水田、坡度 6 度以上和以下的耕地、果园、塌陷地、荒芜地、水域、人工林、天然林等等。

### ④森林类型

人工林需要区分针叶林和阔叶林，天然林需要区分针叶林、阔叶林和混杂林。

### ⑤森林效能

人工林和天然林中，天然林全部为防护林，人工林中坡度 3 6 度以上为防护林，以下为用材林。

### ⑥林相

人工林区分云南松，或其他针叶树、阔叶树。天然林区分松林、常绿阔叶树、落叶阔叶树、混杂林。并记载结果

### ⑦树龄

对象人工林那样可以判明树龄的，应该尽量记载树龄

### ⑧树冠疏密度

树冠疏密度分为疏、中、密。区分标准为 0.2~0.39 为疏，0.4~0.69 为中，0.7~1.0 为密。

## 3. 森林面积簿

森林面积簿记载林小班图和地形图，还有县、乡镇（林场）、林小班番号、面积、土

地利用类型、森林机能等情报。也记载森林类型、林相、树龄和疏密度等林况，和坡度、最高及最低坡面方位、坡度等地况。

记载森林面积簿时必须记载以下内容。

①面积

记载各小班的立体数据。

②最低及最高海拔高度

利用地形图，以 10m 为单位算出小班内最低和最高海拔高度。

③坡度

用DEM (Digital Elevation Model 数字式高度样本)，以 0.1 度为单位测定小班内的平均坡度。

④坡度方向

用 8 方位测定小班内的主要坡面方向。

为便于参考，做本调查的森林面积簿样本如下：

表 9-3-2 森 林 面 积 簿 (例)

县(市)	乡(林场)	林班号	小班号	面积	土地利用 类型	森林功能	林况			地况				注
							森林类型	林相	郁闭度	最低海拔	最高海拔	坡度	坡面	
昭觉县	尼地乡	昭-01	3	48.3	林地—天然林	防 林		常	密	2800	3240	33.3	东南	

### 9—3—4 土壤调查

决定造林注重需要考虑土壤因素，因为既存的土壤图无法判断详细的土壤分布情况，所以需要开展土壤调查。

本计划已经实施了土壤调查，其结果可资参考。

#### 1. 土壤断面调查

##### 1) 调查准备

具体调查应该依据调查对象数和规定的日期而定。调查对象多或日期限定的时候，则需要组织几个调查小组。这时需要在小组内讨论调查的目的、范围、方法等、统一有关调查内容的意见。

收集调查地的地形图、植被图、原有的土壤分布图、地质图和其他土壤调查资料，进行事先研究。

土壤调查需要的机器有GPS测量器、数字相机、检土杖、土壤硬度计、土色帖、移植铲、pH计、记录用纸、样品罐和试样袋等。这些都需事先准备好。为了避免到现场后发生故障、影响工作，事先对机器状况需要检查。有必要时还应该购买其他调查器材。

## 2) 决定试孔点

开始土壤调查时最基本的作业是，选定试孔点。如果有充分时间的话，可以网状分割调查地块，然后在每个交叉的网点上设定土壤调查试孔点。这时，网格越密，土壤调查点也就越多，虽然麻烦但可以得到非常详细的调查结果。网格的大小，根据调查地点不同，一般每边长在1 m到2 m之间。

不能有很多时间进行土壤调查时，则采用将调查地点的地形和植被类型相结合，在每个地点挖孔的简易方法。这样做之前，需要事先利用地形图对调查地点分类。如将地形分为山顶、斜坡、扇状地、河岸沙丘和平地等。如果有林相图或航空相片的话，同时利用它作出大概的植被区分。根据地形区分和植被区分就可以组合成几种土壤类型，然后选定挖孔点。因为可以组合成很多土壤类型，所以要尽量避免过细分类。

不管采用什么方法都应该在完成室内的选点作业，进入正式调查前，对全地区的情况进行一次实地调查，确认试孔点和数量有无问题。

## 3) 开挖剖面

土壤调查地点选定后，开始正式的土壤调查。首先开挖观察土壤剖面的试孔点。清除地面草木嫩竹，同斜坡方向成直角设定土壤断面预定线，在该线以下1 m处开始挖土，挖完后从上到下将剖面表层整理平坦，小石子尽量留在断面内，植物根系须都在离剖面0.5cm处切断。断面整体应该略向前倾斜，这样的断面明亮，便于观察和摄影。

## 4) 土壤剖面调查法

土壤剖面和地表面和几乎平行，区分几个特征和性质相似的层次，按下列顺序开展调查。根据一定的基准和方法各层的特征和性质，同时用记号按项目记录土壤的种类和性质。

### (1) 区分层位种类

矿质土层一般在A<sub>0</sub>层以下就是暗色的富有腐殖物的A层。其下为缺乏腐殖物的浅色的B层。最下层的是母质层C层。

A层由动植物遗体分解后的腐殖物累积而成，在暗褐色的表层中又依据腐殖质的积累、构造和硬度等，由表层按序细分为A<sub>1</sub>、A<sub>2</sub>、A<sub>3</sub>等层位。

B层由母质层风化的铁化合物构成，是呈红褐~褐~黄褐色的缺乏腐植质的土层。根据颜色、构造褐发达程度和硬度等，由上而下再细分为B<sub>1</sub>、B<sub>2</sub>等层次。

C层为土壤的母质层，也称基层。没有土壤化，具有土壤色彩度低，构成物质粗，石子含有量高等特征。依据风化程度和硬度，自上而下再细分为C<sub>1</sub>、C<sub>2</sub>等层次。

以下为需要详细观察的项目，观察后记录于专门用纸。

- (2) 层位的深度和厚度
- (3) 层界状态
- (4) 土色
- (5) 土壤结构
- (6) 腐植质
- (7) 硬度
- (8) 孔隙
- (9) 土性
- (10) 石砾
- (11) 淋溶和沉积
- (12) 水湿状态
- (13) 根系和菌系
- (14) 土壤堆积样式和母质
- (15) 周围环境要素（地形、植被和人为影响等）

## 2. 土壤分析资料

土壤断面观察结束后，需要采集土壤剖面上、中、下层的土样，以便实施土壤分析。采集土样的方法按分析目的的不同可分为不原状土样和原状土样。取不原状土样时把没有混入其他土层的一定量土样装入土样袋（一般土样重量为每袋500g以上）。除此以外，为了进行三相分布分析取原状土样，它一般使用100ml的采土圆筒，按调查的目的也有使用400ml或更大容量的采土罐。采取后用胶带将土样罐密封，注意不要土样的三相构造产生变化。

## 3. 补充调查

土壤剖面调查以外，为了更准确地把握土壤分布情况，使用检土杖进行补充调查，确

认土壤类型。调查地点选择容易判断土壤类型区别的地方，随机抽样调查这些地点。

#### 4. 土壤分析

对林木来说，良好的土壤条件是能保持林木生长所需要的营养和水分、根系的吸收所需要的通气性良好、有适当的硬度不阻碍根系的发达。要了解这些条件则需要分析土壤的物理和化学性。而这些分析结果是决定土壤类型的重要数据。

##### 1) 物理性分析

土壤的物理性分析包含以下项目，根据需要须增加其他分析内容。

- ① 三相分析
- ② 自然含水量
- ③ 粒度分析

##### 2) 化学性分析

土壤的化学分析包含以下项目，根据需要须增加其他分析内容。

- ① pH值
- ② 可供态氮含量
- ③ 可供态磷含量
- ④ 可供态钾含量
- ⑤ 有机质含有量
- ⑥ 可换性盐基总量

#### 5. 汇总

##### 1) 制作土壤图的注意事项

土壤剖面观察和取得分析结果的现场作业结束后，以次结果决定各个调查点的土壤类型。从世界范围看，土壤分类法有两种，即美国的综合土壤分类体系 (Soil Taxonomy, 1975) 和 FAO/UNESCO。另外，日本也有独自の森林土壤分类方法。土壤分类需要事先决定使用哪种分类方法，一般来说最好使用该国通常使用的分类体系。

制作土壤图时，先在图面上标出试孔点，然后将每个试孔点获取的土壤分类中相同类型用线相联，制成和其他土壤类型相异的区域。试孔点越多划分土地类型分界线的作业越容易。但是实际上试孔点不可能象机械地画界线那样容易作业，另外，山区的地形复杂，土壤分布也与之相应，所以决定土壤类型界限需要把握地形和植被变化与土壤分布的规



律，并且按照这种规律划分界限。不可否认这种由地形植被和土壤分类，推断土壤分布区域需要相当熟练的技能。

划分后的土壤图一般以色彩分类，附加图例。在使用色彩和图例时，应该遵循以往的规则，力图简单明了。

地图的比例也应该依照目的做适宜的调整。如果有同时期制作的地形图等基本图和植被图、地质图等有关图、和这些图一致，将会非常方便使用。

## 2) 制作报告书

制作土壤图时使用的数据应该一一记载后写成报告书。土壤剖面调查结果和分析结果中，难以用土壤图表现的部分，则一并汇总于报告书。

### 9—3—5 自然条件调查

制定造林计划之前，了解对象地区的自然环境概况，对制定一个以保护生态环境，合理经营和保护森林为目标的造林计划是不可缺少的。调查对象如下。

#### 1. 调查地区的位置和地形

首先要确定造林地区，明确地区后才能了解该地区的自然条件。但这种地区的确定希望以分水岭或河流等自然地形作为界限。同时调查该地区的地形和地质特征。

#### 2. 水系状况

了解主要支流的水系和其他水系的状况，以及最近的水灾发生情况、河流的荒废情况、水质和泥沙淤积情况等。

#### 3. 气象

收集气温、降雨量和蒸发量等气象资料。西昌市的资料可能收集到，最好收集其他县的资料。特别高海拔地区的气象数据是很重要。

#### 4. 土壤

如果实施土壤调查，可以利用该成果。如果不开展土壤调查，则根据现有资料和实地调查掌握对象地区的土壤分布状况，以便选择适宜于土壤的树种和造林方法。

## 5. 野生动植物

### 1) 植物

安宁河流域的现存植物已经严重退化，现存植物很难讲一定会成为将来的构成品种，但是木本植物的生长情况会有助于推算造林成绩和树种的选择，所以应该了解植物生态的概况。另外，林床的草本植物状况也对造林方法有着决定性的影响，需要调查。

### 2) 动物

安宁河流域没有特别需要保护的贵重动物，但希望能够调查是否存在会对造林产生危害的动物。

## 9—3—6 社会经济条件调查

山区是造林计划对象地区住民赖以生存的农林牧业的基础。这里的山区因为长期过度的开发而开始荒芜。但是，住民仍然依靠山区的资源维持着生计。因此了解地区住民的实际状况和森林荒芜的进展程度，制定一个既可能被住民接受，又能够圆满开展造林的计划是十分必要的。认真的社会经济调查就成了造林计划所必须的条件。我们已经在实施社会经济调查，其结果可资利用。

### 1. 调查标本和调查法

#### 1) 选定标本

选择可以作为造林地区代表的对象村，并从该村中随意选定调查对象户。本调查的结果虽然也可以作为参考，但是仍希望每个村有 50 户以上的标本户。

#### 2) 调查法

采取走访调查，调查表可以将本调查使用过的修改后使用。走访调查需要确认结果，一定要进行调查表的确认工作。

调查结果汇总，往往会因为调查对象村的状况趋于相似的社会经济条件，所以在选择标本村时需要按一定条件选择比较容易汇总的村落。比如，按海拔高度、或按各村所处的诸状况挑选。

### 2. 实地调查

### 1) 土地利用状况

为了了解土地现状,开展土地保有状况、利用状况和人口密度等各种基础调查。对乡村全体和个别标本户两者都应该调查。

### 2) 产业形态

#### (1) 不同产业的现金收入

就每户的不同产业的现金收入进行调查。

#### (2) 农业

就每户的栽培品种、不同各品种的产量和消费量、种植法(是否使用化肥等)和收入进行调查。

#### (3) 牧业

就每户的家畜种类和收入、饲料种类和饲养方式,以及可供于饲料的主要树种进行调查。

#### (4) 林业

就每户的林业收入进行调查。

### 3) 生活水平

#### (1) 粮食情况

调查主要食品、自给自足率、每天用餐次数等。

#### (2) 薪柴利用

就每户的薪柴采伐量、次数、采集范围、燃料种类、燃料用途和作为薪柴的主要树种等进行调查。

### 4) 社会基础设施的地区格差

山区一般社会基础设施落后,居民生活非常不便。特别是安宁河流域的标高差很大,可以想像因此给社会基础设施建设带来的影响。

#### (1) 用水

就每户的用水是否不足、生活用水和农业用水以及牧业用水的水源等进行调查。

#### (2) 交通运输手段

就每户的交通手段和运输手段进行调查。

#### (3) 供电及家电品的所有情况

就每户的供电情况、供电开始年代、家电品的所有情况等进行调查。

### 5) 就坡耕地的对策经验和知识

就每户的坡耕地的地水土流失对策和实施情况进行调查。

#### 6) 造林经验

就每户的造林和育苗经验进行调查。

#### 7) 农业和家务分担的男女差别

就每户的家族平均受教育年数，以及农业和家务的分担情况进行调查。

#### 8) 对放牧的认识

就每户的农林牧业的关系，以及参加造林的情况等进行调查。

#### 9) 其他

调查和造林计划有关的其他事项。

### 3. 汇总

按村单位将调查结果汇总为社会经济状况，并将社会经济条件相近的对象村归类汇总。

### 4. 提议

山区住民的社会经济条件同平原相比，相当不利，但是通过实施造林计划这些地区的经济情况可能改善。这是必须强调的。同时在制定造林计划时，必须提出有利于维持当地住民生活各种措施。

## 9—4 造林规划

### 1. 造林计划制定的要件

安宁河流域造林计划的目的是水土保持，其基本内容为①造林不以用材生产为目的，而以营造生态防护林为目的。②研究引进可以恢复地区本来生态环境的造林方法。③部分造林地为住民生产用地，造林对他们的生产和生活可能会有所损害，造林计划必须对之给予考虑。对以上内容必须充分认识，反复进行实地调查确认后，着手制定符合当地实情的造林计划。

### 2. 制定造林计划的顺序

和制定造林计划相关的作业流程如下。但在开展这些作业前，必须完成这样一些工作：完成以造林区域全体为对象的地形图、土地利用植被图、林小班图、森林面积簿。另外，完成自然条件、社会经济、森林、土壤等基础调查也是必要的前提。

### 3. 土地经营区分

基于保护土地利用和植被现状观点、对实施造林计划的全部地区，我们作了如表 9-4-1 那样的土地经营划分。在各经营区分中提出了有针对性的水土保持对策，这也是研究了整个区域总体的水土保持对策后的基本指针。

表 9-4-1 经营区分与水土保持对策

经营区分	水土保持对策标准
农地 I	维持现状
农地 II	生态农业
农地 III	退耕还林
高山植被	维持现植被
荒山裸地	生态保全林、生态型经济林、生态型薪柴林 生态型用材林、生态型放牧林
疏林	封山育林（云南松）、补植会食
中密度林	保育管理
高密度林（云南松人工等）	密度管理、病虫害管理
高密度林（其它密林）	病虫害管理、防火

### 4. 制定造林计划的条件调查

#### 1) 造林对象地实地调查

造林对象地都是荒山裸地，但是在森林面积簿上被划分为荒山裸地的林小班，往往会发生需要改成农地 II 或农地 III 的情况。这是因为拍摄航空相片季节而产生的难以避免的相片误读。误读为荒山裸地的地块，实际上是休闲的耕作地或林耕地。为了消除这些误差，对高海拔地区的“荒山裸地”，一定要进行实地调查，确认是否被正确判读。

实地调查中在地图上同时确认需要造林的实际位置，正确把握其面积。当调查中发现森林面积簿上土地利用类型区分欠妥，或小班内土地实况需要更加细化，明确新的土地利用类型时，应该根据实况进行细分，避免给实际造林事业造成混乱。

#### 2) 选定不同对策的适应地

根据选择基准将造林地分为以下类型。

##### (1) 生态防护林

优先营造国有林中荒坡裸地的生态防护林。因为造林地块的标高差很大，必须根据

地块选择合适的树种。

### (2) 生态型经济林

营造经济林有各种条件限制(如树种别的气温条件、标高、土壤、市场和保护管理条件等),只有在满足这些条件的地区选择生态经济林。高山地区则不宜营造此林。

### (3) 生态型薪炭林

村落周围和森林资源缺乏的地区宜营造生态薪炭林。此种林的营造必须考虑住民的需要,地点的选择也需要同住民协商。

### (4) 生态型用材林

这种林主要满足地区内的需要,并不以市场销售为目的。受自然条件的限定,亚高山地区河谷周围的荒坡裸地种植白杨树则是合适的。

### (5) 生态型放牧林

根据土地利用的实况,在高海拔地区可以营造此林,但必须是没有水土流失的地点。生态放牧林地需要选择在1个小班内崩坏地不足5%的缓坡。同时应该是离代表村落中心半径2公里内的地方,并且得到住民的认可。

## 3) 海拔带区分

造林的大原则是合适的地点和合适的树种。根据各造林地的自然条件选择可能的树种,再在数个树种中确定最适合造林目的的树种。安宁河流域造林地点的标高从1,200m左右到3,400m左右,需要依据海拔高度和斜坡方位(向北还是向南)把造林地点区分得更细一点,以对应干燥强度。对下游的干热河谷地也应该按照斜坡方位作出区分。

海拔3,400m以上的地区属于高海拔草地,在经营区分上属于高山植被,水土保持的对策为维持原来植被,所以不宜作为造林对象地。安宁河流域的地域区分情况如下:

表 9-4-2 海拔带区分

地域区分	海拔及坡面方位
高山带	海拔 2,600m 以上
亚高山带	海拔 2,000m~2,600m
低山带 I	海拔 1,600m~2,000m 阴坡面
低山带 II	海拔 1,600m~2,000m 阳坡面
干热河谷地带 I	海拔 1,600m 以下 阴坡面
干热河谷地带 II	海拔 1,600m 以下 阳坡面

#### 4) 选择树种

##### (1) 生态防护林

根据造林目的,生态防护林的营造面积最大,海拔落差也很大,需要按照地域区分选定树种,当然为了恢复生态应该尽量种植本地树种。

##### a. 高山地带

海拔最高地区:	爬地松	直播造林
	高山栎树	容器苗
斜坡地带:	橙树	5年生容器苗
	冷杉	5年生容器苗
无强风地带:	华山松	容器苗
	日本落叶松	钵苗造林
河谷平地:	白杨	插干
河岸坡面:	红桦	容器苗
	杜鹃	容器苗

##### b. 亚高山地带

高海拔地区:	华山松	容器苗
	日本落叶松	容器苗
中部地区:	云南松	容器苗
	马桑	容器苗
酸性紫色土壤:	野八角	容器苗

##### c. 低山区 I

全地区:	云南松	容器苗
	桉木	容器苗
	柏木	容器苗
	柞树	容器苗
	栓皮栎	容器苗

##### d. 低山区 II

全地区:	刺槐	容器苗
	火棘	容器苗
	云南松	容器苗
	马桑	直播
	车桑子	直播
	垂杉	容器苗

德昌杉	容器苗
云南油杉	容器苗

e. 干热河谷地区 I

全地区： 引进树种与低山区 I 相同

f. 干热河谷地区 II

全地区：	台湾相思	容器苗
	新银合欢	容器苗
	小桐子	容器苗
河道：	攀枝花	
先驱树种：	车桑子	容器苗

(2) 生态经济林

亚高山地区：	山椒、核桃
低山区：	板栗、桃类、直干桉
干热河谷：	芒果、枇杷、龙眼

(3) 生态薪炭林

高山地区：	爬地松、高山栎、石楠、红桦
亚高山地区：	云南松、桦树、滇青岗、桫木

(4) 生态用材林

高山带/亚高山带： 白杨

(5) 生态放牧林

沿等高线种植灌木提高水土保持效果,选择饲料乡土树种和忌避乡土树种进行混种,以保持绿色屏障效果。在陡坡种植乔木,安定表土,同时种植枝条可以用做饲料的乡土树种。牧草则选择适合当地种植的高营养豆科品种,和匍匐性强的禾本科混种。以下为按地区移植的树种。

高山地区：	木帚栒子	家畜饲料木兼灌木屏障
	柔毛杜鹃	灌木屏障兼水土保持(家畜忌避植物)
	栎树	陡坡水土保持兼家畜饲料
	野八角	陡坡水土保持(家畜忌避植物)
	黑麦草	禾本科匍匐性牧草(安定表土层)



亚高山地区：	光叶紫光苕	豆科牧草
	金丝梅	家畜饲料兼灌木屏障
	车桑子	灌木屏障兼水土保持（家畜忌避植物）
	马桑	陡坡水土保持（家畜忌避植物）
	黑麦草	禾木科匍匐性牧草（安定表土层）
低山区：	光叶紫光苕	豆科牧草
	白花羊蹄甲	家畜饲料兼灌木屏障
	马桑	陡坡水土保持（家畜忌避植物）
	实菱答里斯	禾木科匍匐性牧草（安定表土层）
	白三叶	豆科牧草

## 5) 住民对策

造林计划实施时，作为劳力提供者的是本地住民，所以他们对造林内容的理解和支持是必须的条件。所以分析社会经济条件调查的结果，特别是注意以下内容，使其反映于造林计划，而且让实施计划的内容和时间不影响住民的生活，实在是非常必要的。

- ① 土地利用系统：调查轮耕地的利用形态，在造林对象地剔除短周期（2～3年）的轮耕地。
- ② 生产内容和现金收入：牧业比重高时，营造生态型放牧林。营造放牧林时应该在数年间完成。一气呵成会因为5年的封山育林，给当地住民的生活和生产造成困难。
- ③ 燃料消费构造和采集：薪柴采集有困难的地区，在村落周围的荒坡裸地上营造生态型薪炭林。

制定造林计划的人为了尽可能从住民那里得到详细的情报，需要花费大量的时间住在山村收集实际资料，求得住民的理解。

## 5. 制定造林计划草案

### 1) 制定造林计划基本方针

为了圆满达成造林目的，需要研究方法论，并且具体研究必要的造林技术和战略。以保持水土为目的的安宁河流域造林计划，将以以下的内容作为基本方针。

- ① 营造生态防护林是造林计划的主题。
- ② 造林后采取封山育林的方法，保护林木。
- ③ 以恢复河维持地区生态为目标。
- ④ 为此应该尽量选择种植乡土树种。
- ⑤ 从本地或周围地区调节苗木，在提高当地住民的育苗技术的同时提高他们的现金收

入。

- ⑥ 引进新的造林技术，保证造林的高成活率。
- ⑦ 有计划地吸收四川省造林样板计划的技术成果。
- ⑧ 为了获得当地住民对造林的合作和理解，努力开展实地调查，掌握住民的生活情报，并且将分析结果应用于计划的制定。
- ⑨ 为此，必须在营造生态防护林的同时，根据必要将营造生态薪炭林、生态放牧林、生态用材林和生态经济林纳入计划。
- ⑩ 避免将造林集中于特定年度，尽量使计划平均化，以确保每年均衡的苗木供应和雇用岗位。

## 2) 造林面积的计算

造林面积的计算按照森林面积簿的数据进行。顺序如下。

- ① 将全部林小班按经营区分作符号，分类。
- ② 将调整后的荒坡裸地按地区，分类。
- ③ 找出按地区区分后的荒坡裸地（调整后）别的整治对策。根据前述“对策适应地选定”的标准，参考土地利用植被图、林小班图和实地调查，逐一决定对策适应地。并按各小班记录对策符号，分类。
- ④ 对策别的造林面积按以上顺序进行后，作类别汇总。
- ⑤ 全体造林面积是各对策别造林面积的总和。

## 3) 造林实施程序

将造林面积按每年工作量均衡地划分，制定跨数个年度的计划。造林计划的第1年为准备阶段，对所有造林预定地区进行测量。包含树苗移植后的封山育林，每块地的造林时间为5年，实施程序为按年度逐年开始移植，切忌齐头并进，一起推开。

从第2年开始对第1块地进行移植。各对策别的造林计划中，营造生态防护林最为紧迫，所以优先实施防护林营造计划。另外，生态放牧林的营造面积虽然不大，但是如果在封山育林后一下子营造，会给住民造成不便，所以也是按年度分别营造。薪炭林的营造也是如此。经济林和用材林的营造并不十分紧迫，可以往后放一放。以下是按年度别实施造林的模式图。

表 9-4-3 不同年度的造林实施例

	第1年度	第2年度	第3年度	第4年度	第5年度	第6年度	第7年度	第8年度
生态防护林	测量	——	——	——	——	——		
同上	测量		——	——	——	——	——	
同上	测量			——	——	——	——	——
生态型薪炭林	测量		——	——	——	——	——	
同上	测量				——	——	——	——
生态型放牧林	测量		——	——	——	——	——	
同上	测量				——	——	——	——
生态型经济林	测量						——	——
生态型用材林	测量						——	——

#### 4) 种苗计划

根据年度别造林面积和种植密度，按树种计算出必要的苗木数量。同时考虑苗木购置计划。最理想的是在靠近造林地的附近购置苗木，为了确保数量，不能只依靠政府系统的苗圃，同时也应该考虑从附近农家那里购入苗木。直播造林需要根据种子的发芽率和单位面积，计算出必要的播种量，再根据造林面积算出总量。

造林树种中，高山地区计划引种的是5年生的暗色针叶树苗，马上引种会有困难，所以先从不引种这类树苗的低山区开始造林，逐渐往高山地区推进，则可以避免种苗供应的矛盾。

#### 5) 森林管理

森林管理的参与者是当地住民。可以预测的问题是旱季的森林火灾。其预防措施如下：

- ① 设置防火带
- ② 雇用林地监视员
- ③ 确立防止火灾的人员体制
- ④ 添置防火设施
- ⑤ 开展防止森林火灾的启蒙活动

为了取得当地住民的理解和合作，提高他们的意识，按地区建立由住民负责的森林管理体制（包括监视盗伐）是十分必要的事情。

#### 6. 制作造林计划图

按照全体造林计划区域，制作经营区分图和造林对策别分布图。图化工作以数字化了的数据为基础，并预先给各经营区分和各造林对策配上特定符号。具体程序如下。

- ① 以森林面积簿的数据为造林计划图制作的数据资料
- ② 给各林小班的经营区分标号
- ③ 抽选造林地

④ 将抽选出的造林地按对策别标号

⑤ 将数据存入CD—ROM

图化工作委托专门机关制作。

需要对图化后的造林计划进行检查，检测各个数据是否正确反映于图中。同时请地方的有关单位对计划图中的地图情报精度和计划内容进行确认，检查有无问题。然后将所有的检测结果反馈给制图机关，确定最终修整后，验收。

## 7. 计算造林经费

造林经费计算的具体程序如下。因为本造林计划使用的苗木是在地方和周围地区购置，所以没有开设苗圃的经费。另外，这里没有计算间接经费，所有的费用都是和造林相关的直接经费。

① 按树种调查种苗的市场单价

② 了解直播造林的种子发芽率，按公顷单位计算种子散布量

③ 调查地区别和工种别的劳务单价（日）

④ 了解运输费用（货车/公里）

⑤ 决定造林工程别作业

⑥ 对策别造林费用的计算

i) 按地区区分和树种构成别，计算每公顷的造林费用

如：生态防护林高山地区的红桦和杜鹃混种造林的每公顷费用为

林地测量费+林地平整费+挖坑作业费+苗木费+运输费+移植费+  
养护费+补植费+管理费=每公顷造林费

注：造林密度为N1棵（红桦）×N2棵（杜鹃）。使用钵苗造林

i i) 计算各地块的平均造林单价

按i)的树种别公顷造林单价总计后，求平均值

i i i) 按求得平均造林单价和地区造林面积相乘

i v) 计算各地区别造林面积的总值

⑦ 造林费

按照⑥计算的对策别造林费，求合计数值。

## 8. 制定造林计划

对造林计划草案进行评价。详细的评价将在后面叙述。评价从经济的角度和环境的角度判断事业实施的效益，认为可行时，此计划就可以付诸实施。

计划草案也让有关的行政部门审查，并协商有关意见。如果行政部门没有意见，计划就可以正式成立。

### 9. 作业流程

以下是按照造林计划的作业流程。

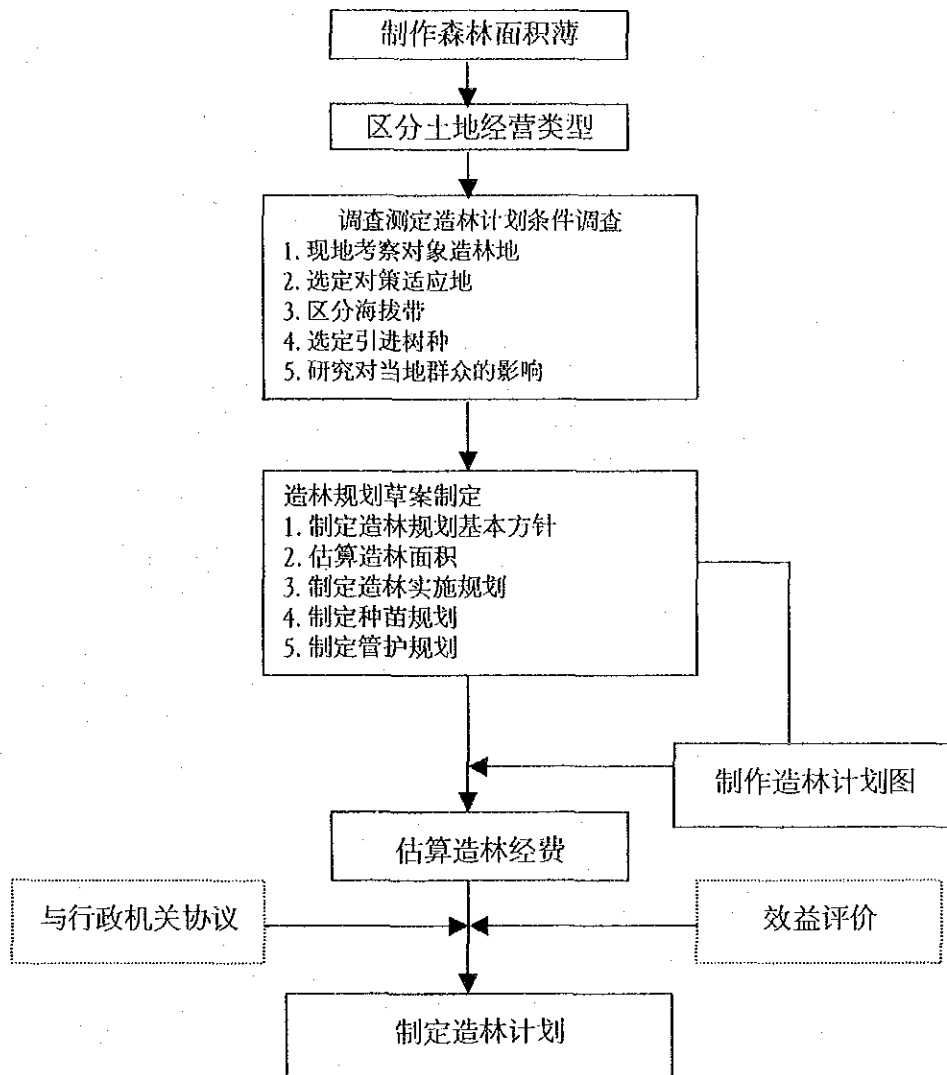


图 9-3-7 制定造林计划流程图

### 9-5 治山计划

## 1. 治山规划的制定

在安宁河流域的荒山裸地上造林，无论从造林计划的实施，还是森林保护上看，简易治山都是不可少的。简易治山的计划调查流程如下图。本调查已经开始治山计划调查，其结果可以用做参考。而正规的治山计划必须包括大规模整治塌陷地、滑坡地等治山工程，施工法也不能只有山腹工法，还必须有河谷工法。

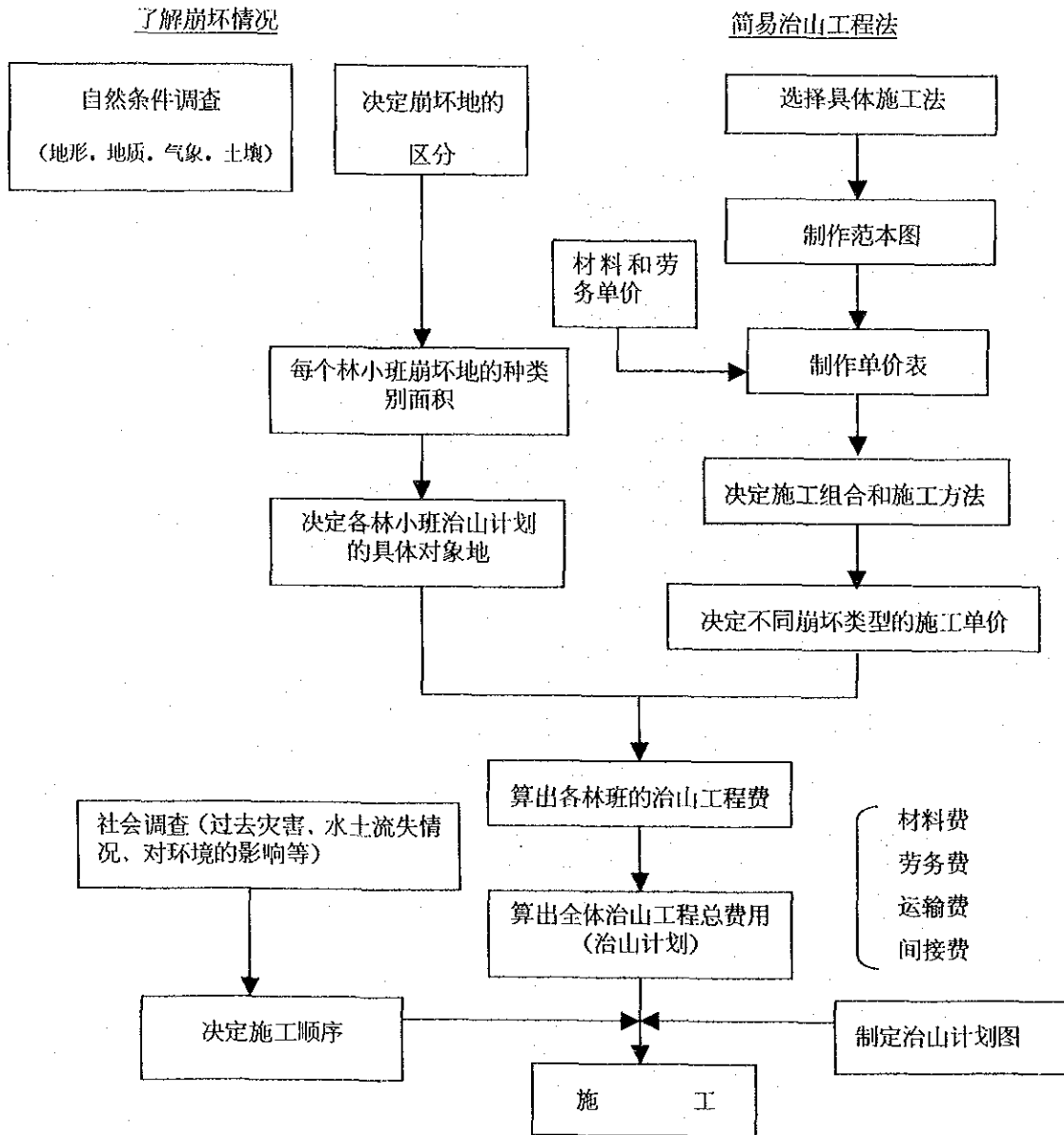


图 9-4-1 治山计划调查流程图

## 2. 崩坏状况调查

### 1) 崩坏地调查和调查方法

实地勘察计划区域，了解对象区域的崩坏状况和造林所必须的治山工程。

山区崩坏分为表层崩坏和浸蚀沟两种不同的类型。崩坏地调查由实地勘察和航空相片判读结合进行。

### 2) 各小班崩坏地种类和面积

按林小班单位计算荒山裸地内的崩坏地，并整理崩坏种类。

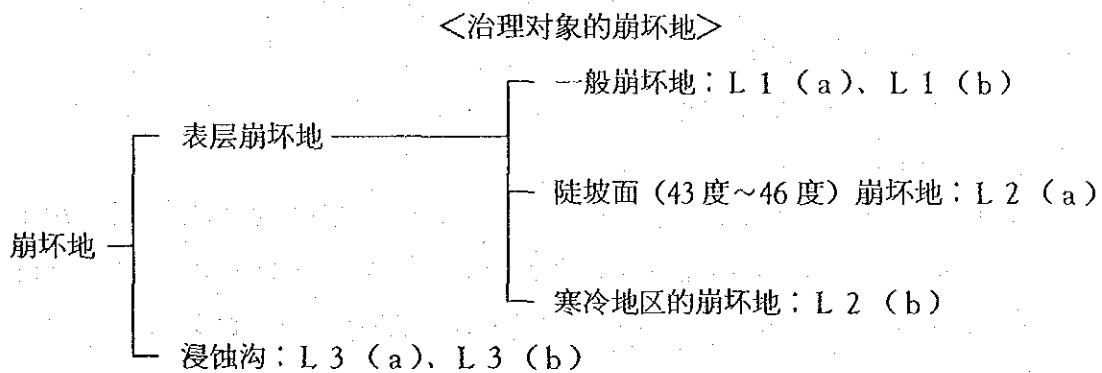
### 3) 选定崩坏地治理对象

从荒山裸地的崩坏地中选择、整理作为治理对象的崩坏地。选定基准如下：

表 9-5-1 调查对象地和治理对象地

区分	表层崩坏	浸蚀沟
调查对象	0.01 公顷(10mX10m)以上的崩坏地	造林预定地内的浸蚀沟
治山计划的对象	0.01 公顷(10mX10m)以上的崩坏地	长度在 200m 左右的沟整可以施工
	0.10 公顷(50mX20m)左右的崩坏地，施工比较容易	
	根据崩坏和周围情况，并不一定要固执于以上数值	
不属于治山计划的地段	滑坡和浸蚀沟集中，全小班有大规模崩坏地段	
	坡度较大的崩坏地（47 度以上）。	
	大规模浸蚀沟（常年有水的地方等）	

对选定为治理对象的崩坏地，用符号进行整理。



#### 4) 崩坏地的自然条件的调查

调查与崩坏地发生有关系的自然条件。从直接原因(地形、地质和土壤),和诱导原因(气候—特别是暴雨、土地利用状况、人为原因)的角度调查整理。

#### 5) 社会经济条件调查

调查和该流域有关的社会经济条件,特别注意以下内容。

- ① 过去灾害:泥石流、滑坡、水害的状况和降雨量。
- ② 泥沙流出程度:对下游村落和道路等设施的影响,以及地上河形成状况等。
- ③ 对地域环境的影响:溪河浊水增加等。

### 3. 治山计划基本方针

#### 1) 选定施工方法

和造林同时进行的简易治山法是用编栅施工法和山腹绿化施工法来改善、保护植被的施工方法。在选定时,应该根据实地崩坏的规模和特性组合以下各种方法进行整治。

##### (1) 针对表层崩坏的施工法

此施工法以编栅施工法为主,结合竹筋施工法。对陡坡的崩坏,或寒冷冻土则采用草席覆盖施工法。当然应该根据施工的实际情况不断改进方法。

##### (2) 针对浸蚀沟的施工法

横断施工和水路施工使用土袋。对常年积水的地方尽量用铁丝笼施工法来整治。当然根据施工实际情况不断改进方法也是不可或缺的。

##### (3) 山腹施工法需要的木本和草本植物

山腹施工法的最终目的是绿化,培育森林植被减少山腹斜面的水土流失。荒山裸地和山腹斜面的表土层很不安定,而且缺少营养,所以必须以人工制作的物品来稳定表土层,创造有利于植被生长的环境,然后再用移植或播种草木来恢复植被。这种谋求恢复植被的施工法也叫做绿化施工法。

山腹施工法和草木本植物的关系如下:

#### a. 山腹施工法使用的木本植物

编栅施工和竹筋施工的埋土部分必须移植木本植物。崩坏地的移植数量为,土壤条件好的地方每公顷 3,000 到 5,000 棵,土壤条件差的每公顷 8,000 到 12,000 棵。移植的树木从水平方向和编栅或竹筋施工地点间隔 1m。山腹施工法要求的木本植物应该尽量具为耐贫瘠、抗灾害、可以改善土壤、保持水土的品种,而且应该容易收集。



当然靠一种树木很难满足以上诸条件，所以可以采用不同性质树木混杂移植，如浅根和深根的混植、豆科和其他树种的混植、针叶和阔叶的混植、高低不等树木的混植等等。

在编棚和竹筋施工后可以在崩坏地周围找一些适合于插种的树木枝条插种，让其生根发育，巩固工程。

表 9-3-2 护坡工程和草木·木本的组合

施工法	草木本组合
编棚工法①、②	移植+牧草种子直播(草移植)+插栽
竹筋工法①	移植+牧草种子直播(草移植)+插栽
竹筋工法②	牧草种子直播(草移植)+插栽
草席覆盖工法	草(牧草)木本种子混播
土袋堆积水路工法	草本种子(牧草)

注 1：草本植物的播种以适种性强的牧草种子为主体，但如果有本地的草种，则以混播为好。另外，如可能以草株代替播种，则移植之。

2：草席覆盖施工法，使用木本种子直播，所以需要选定适合直播的树种。

#### b. 山腹施工法使用的草本植物

绿化荒山裸地和崩坏地，必须在移植树木的同时种植草本植物，以便尽早创造适合植被生长的土壤环境。种植的草本植物最好是可以经得起严酷自然环境的牧草，可能的话配以当地的草本植物混种会有很好的效果。实播时使用的草种尽量应该是在贫瘠地也能旺盛生长，而且长时繁茂，枯后覆盖地表效果明显的品种，它生命力强，既可以保持水土，又可以改良土壤，还抗各种灾害，并且容易收集。

牧草在自然条件恶劣的环境也可以生长发育，但它区分为寒冷型和温暖型，所以应该选择适合于当地环境的类型。牧草又分属禾木科和豆科，采用不同的种类混植的效果更好。

#### c. 草席覆盖施工法的播种量

草席覆盖施工法是在整理后的坡地上同肥料一起混播草木的种子后，铺上一层肥土再盖上草席的施工方法。有关草木种类的选择和混种的必要性与已经叙述过的内容相同。播种量则根据预期的数量计算。

#### 2) 制作定规图

根据选定的个别施工方法需要计算单价。在制作定规图后计算必要材料的数量。

#### 3) 制作单价表

依据单位数量计算摊销工种的经费，制作单价表。计算要素如下：

- a 定规图决定的单位数量工种所需材料的数量 ( $a_1, a_2, a_3, \dots$ )
- b 各种材料的单价 ( $b_1, b_2, b_3, \dots$ )
- c 不同作业 (如打桩、编栅、挖土) 的劳动定额<sub>x</sub> ( $c_1, c_2, c_3, \dots$ )

注：劳动定额指每人每天的工作量，以〇〇人/单位工作量/日表示、是估算施工费的重要因素。

- d 劳务单价 (d)

计算方法：

材料费  $A_i = a_i \times b_i$

劳务费  $B_i = c_i \times d$

工种单价 单价 =  $\sum (A_i + B_i) / \text{工种单位数量}$

#### 4) 组合样板施工法和单价

根据崩坏地的规模和特性，需要组合几种施工法进行施工。这时的施工总费用则由个别施工费相加而成。组合施工法的基本构思如下：

##### (1) 表层崩坏地

###### a. 编栅施工法①、②

这是在坡地上按 5 m 间隔施工，以稳定斜坡防止沙土移动的主要施工方法。对小规模的崩坏则改用竹筋施工法①。

###### b. 竹筋施工法①、②

在间隔 5 m 的编栅工事中间，再加 2 排竹筋工事，制作一个植被生长的场所。竹筋施工法②适用于难以施工的坡面。

###### c. 草席覆盖施工法

表层崩坏地的主要整治方法是编栅和竹筋法，难以施工的陡坡则适于用草席覆盖法施工。

##### (2) 陡坡面 (43 度~46 度) 和寒冷地区崩坏地

安宁河流域陡坡斜地很多，在这些坡面上编栅和竹筋法还要开挖斜面，由此产生的大量沙土，反而会破坏坡面。在 3 km 以上的高地还会有冻土融化的可能。

在这种场合可以采用间隔 5 m 距离在斜坡上编栅，中间再加 1 排竹筋的施工法，在裸露的表土上撒上草木种子和肥料后，再用草席覆盖固定。

##### (3) 侵蚀沟

a. 土袋堆砌工程

在浸蚀沟上堆砌0.75m高的横断土袋带，防止浸蚀和泥沙流失，再以10m的斜距离间隔开设通水道作为辅助。

b. 土袋堆砌水路工程

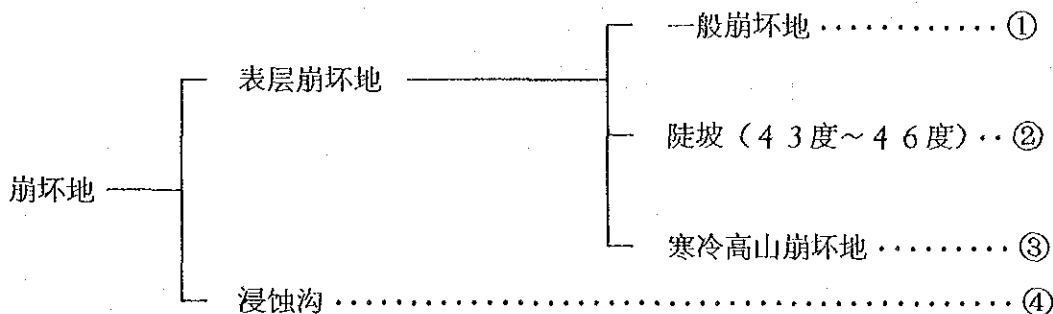
在长60cm、宽40cm的土袋中装满草种、肥料和腐植土后在浸蚀沟底部堆砌宽1m的水路，防止浸蚀和沙土流失。草的繁殖又会起到防止周围地区裸露土壤被浸蚀的作用。

c. 铁丝笼工程

浸蚀沟常常会有涌水或流水，铁丝笼施工法适合于这种场合。

5) 决定崩坏类型别的单价

我们已经讲过崩坏分为表层崩坏和浸蚀沟。工程费用的计算根据个别施工法的组合而不同。在4)中我们采用样板施工法讲解了5个规模不同的实例。计算工程费用后，我们可以在综合图表上了解崩坏规模和工程单价的关系，同时决定最适合计算整体工程费的平均单价。



也就是说，上面①、②、③、④不管哪种场合都是在综合考虑了崩坏地规模和频度后，计算整体工程费的平均单价，如果各场合以此平均单价只采用一种施工方法时，则还需更加细分项目，以免单价差距太大。

4. 整体治山工程费的计算

1) 材料费，劳务费的计算

将3之5)算出的崩坏类型别平均单价同2之3)的各林班类型别崩坏面积相乘得到的是工程费。同样，合计全林班的崩坏地就可以计算出整体的工程费。这是的工程费是直接工程费。

2) 材料搬运费的计算

治山对象地区都在相当远的地方，需要计算工程用材料的费用。计算方法如下。

- ① 区分车辆和人力搬运情况，计算1平方米工程的平均材料重量。
- ② 将①的平均材料重量同各林班的崩坏地面积相乘，计算必要搬运量。
- ③ 计算每个林班的车辆搬运距离和人力搬运距离，以材料重量×搬运距离×搬运单价计算车辆和人力的费用，合计之。再将计算的全林班的费用合计。

### 3) 其他各种经费的计算

1) 和 2) 都是直接工程费，根据情况还要计算以下的经费。

- ① 共同费用：技术管理费、安全费、营缮费、污水防止费用等经费或以比率或以加算的方式计算之。
- ② 现场管理费：现场事物所处理业务的经费，以比率加算之。
- ③ 一般管理费：总部和分支机构为实施该事业的业务费用，以比率加算之。
- ④ 其他管理费：招标单位要求实施此事业的必要业务处理经费。
- ⑤ 预备费：为应付难以预测事故的准备经费。

## 5. 治山计划图的制作

以已经了解崩坏实况和治理施工方法的小班为单位制作治山计划图。其基本方针如下：

- ① 治山计划图以已经制作完的林小班图为蓝本。
- ② 掌握崩坏地实况。
- ③ 了解崩坏地的治理施工法。

治山计划图对调查后的崩坏地实况和治理施工方法分类标记，用符号或颜色来表示各种内容。

## 6. 施工计划

治山工程开始施工后，需要具有考虑了以下内容的施工计划。施工的顺序则根据该地区造林的急迫性和荒山裸地泥石流对下游的影响程度而定。

- ① 当地5月到10月是雨季，车辆很难通过山区的道路，而且土方作业困难。
- ② 寒冷地区必须考虑冬季施工后土壤上冻的因素，其结果会影响施工的质量。
- ③ 山腹工程则必须考虑植物的种植时机，适时完成作业。
- ④ 必须考虑一次性的大量地供给工程用各种材料。

## 9—6 和行政机关的协调

涉及大范围的造林计划，则不仅要同审查和实施的林业机关协调，还必须同其他行政机关协调。为此，在制定造林计划的阶段就应该积极协调，相互协作和调整。造林计划需要和以下机关协调。

省和州政府  
省和州的计划委员会  
省和州政府的财政机关  
省和州政府的农业机关  
省和州政府的水利机关  
省和州政府的林业机关  
其他有关单位

## 9—7 效益评价

### 1. 评价的必要性

事业评价立足于当地的社会经济实情和环境，对造林治山计划是否妥当作出判断，预测和计算该计划将会产生怎样的效果和利益，同时对该事业作出综合评价。

### 2. 评价材料

#### 1) 收集基础资料

在评价以前，应该收集和了解计划造林区域所在的行政单位发布的各种社会经济数据、销售物价和人口发展趋势等等。然后收集和计划造林区域有关的林业、环境数据，以了解森林面积、荒山荒地面积和耕地面积的变迁情况，以及环境变化的趋势。另外，还要通过采访了解计划造林区域内河流的堆沙情况、水灾发生状况、农地被毁坏和埋没的情况、恢复和除去泥沙所化费的资金等各种情况。

#### 2) 测算雨水和沙土的流出量

根据判读航空相片和数据化后的地图数据，制作环境现状数据。以 2,000 到 2,500 公顷为 1 个单位的密度对计划造林地区的雨水流出和沙土流失量进行实测。雨季对既知流域降雨后的流量和浑浊浓度进行测定，并用专用仪器测定土壤表层流出和沙土流失的量。旱季则以人工降雨实验和土壤浸透能力测定，检测耕地、荒山裸地、人工林和天然林等代表

性土地的适雨量，以及流出率和沙土流失量。

### 3) 检测雨水和沙土流出量

利用这些代表地点的实测数据，计算出造林计划全区域的年雨水流出和表土流失值。具体方法为，将实际测得的坡度、倾斜长度、植被覆盖度、土壤和年降雨量等数据代入 USLE 计算法（需要 30 分和 1 小时雨量的数据）和 SLEMSA（南非侵蚀预测方式）计算法，计算出系数，再按各小林班的系数和从森林面积簿中摘录的变数值计算实际流出率和沙土流失量。

## 3. 评价顺序和手法

对不实施造林计划，随自然环境恶化的进程，和实施此计划后环境逐渐改善的过程进行比较，寻求两者的差距，作出评价。

### 1) 事业费

事业费包括用实际价格支付的工程费、造林费（包含再植时的费用）、杂费和维持管理费。业主招标、工程监督等间接经费为国内资财从国库向关系职员의单纯转移，所以不作计算。即只将真正创造附加价值的费用作为实施计划的费用计算。

### 2) 效益

造林计划评价期间从可以创造出环境效益的着手年度起，按 50 年计算。工程和造林所需的各种材料都可以在国内调节，所以不用可以转换的假设价，全部使用现行财务价格进行评价。通货膨胀率和工资上升率虽然有时差，但都会反映到最终结果的效益上升上，所以不作为评价计算内容。

### 3) 效益测算

可以预测的结果有以下内容。

- ① 由洪水、淤沙等灾害引起的修复工程费用的节减，而达到的预防效益。
- ② 由水资源利用量增加和植物养分流失减少，而产生的效益。
- ③ 和保护地球环境相关的效益。
- ④ 林业生产直接长造的可测效益。

以上的具体测算方法如下：

- ① 以减少下游城市几十年一遇洪水灾害后所需修复费用、河川清淤的经常性费用、主流河堤加固费用等支出为内容，进行计算。
- ② 以因为森林的贮水效果致使灌溉面积扩大，作物收成增加，和城镇用水增加带来的直

接收人为内容，进行计算。

③以森林吸收因工业生产产生的二氧化碳所带来的效益为内容，进行计算。

④以用材、薪炭、家畜饲料和水果生产收益的现行价格，进行计算。

效益的扩大率视工程的年度计划、种植树种成长速度而定。前面所述现在从荒山裸地流失的土壤是指造林治山开始后从人工林的流失，将此数值和如果不实施造林，因自然退化所造成的流失相比较，计算上述 1) 和 2) 的效益。

#### 4. 总评

##### 1) 事业实施评价

事业费用和可测效益，可以由计算费用效益率 ( $B/C$ ) 和内部收益率 (FIRR) 所得出的环境保护效益而知。同时，作为感度分析的事业费增加 20%，或效益比预测低 20%，或两者同时发生时，可以通过计算  $B/C$  和 FIRR 的变化，来检测经济的安定度。一般来说环境保护事业和追求利益的事业相异， $B/C$  在 1.5~10 范围、FIRR 在 3~10% 程度内都可以判断该事业内容妥当。而当这两个数值都是两位数时，效益就会和营利事业一般，地区住民则可以用自有或借贷资金开展此事业。

感度分析的测定变化幅度 20%，对中国经济长期稳定和 10 年计划实施期间来说都是很充分的变化幅度，超过这种幅度的可能性不大。物价指数变动也因为建设、工资和能源等相关物价都在年 1~3% 的幅度变动，而相对稳定，所以发生  $B/C$  低于 1.0 的 50% 变化幅度的概率非常低。

##### 2) 非可测效益

在可测效益以外，非可测效益也应该成为重要考虑因素。通过实施造林计划刺激了区域社会活力、改善了环境和居住条件、增加了生物多样性和造林产生的防风效果等等都可以视作非可测效益。当然这些内容只要化费时间也可以计算出效益，但对区域社会而言可测效益创造的价值则远远高于这些非可测性的内容。