

寒冷高原黄土丘陵浅山区退耕还林模式及造林技术

贾志清¹, 卢琦¹, 张鹏²

(1. 中国林业科学研究院 林业研究所, 北京 100091; 2. 青海省林业技术推广站, 青海 西宁 810007)

摘要: 针对寒冷高原的特点, 在对青海省大通县浅山退耕还林区立地类型划分的基础上, 提出了退耕还林与绿色生态产业建设相结合, 退耕还林与土地合理利用相结合, 退耕还林与提高农民经济效益相结合的发展思路。并依此为出发点, 对浅山退耕还林区林种、树草种、综合治理模式进行了优化配置, 提出了适合寒冷高原黄土丘陵浅山区的退耕还林模式及综合造林技术, 为该地区及其类似地区退耕还林工程建设提供了技术基础。

关键词: 寒冷高原; 浅山区; 退耕还林模式; 造林技术

文献标识码: A

文章编号: 1000—288X(2004)02—0063—05

中图分类号: S157.433

Patterns of Returning Cropland to Forest and Afforestation Techniques in Shallow Loess Hill Areas of Cold Altiplano

JIA Zhi-qing¹, LU Qi¹, ZHANG Peng²

(1. Research Institute of Forestry, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China;

2. Forest Techniques Popularize Station of Qinghai Province, Xining 810007, Qinghai Province, China)

Abstract: On the basis of the characteristics of cold altioplano, and site type division of returning cropland to forest of the shallow loess hill areas in Datong County, Qinghai Province, the development thinking of returning cropland to forest and green ecology industry combination, returning cropland to forest and land rational use combination, and returning cropland to forest and raising farmer economy benefits combination were presented. According to the above, forest type, tree(grass) species and comprehensive control patterns were optimizedly collocated, and the patterns of returning cropland to forest and afforestation techniques in shallow loess hill areas of cold altioplano were found. This results could provide techniques foundation for this area and other similar areas.

Keywords: cold altioplano; shallow loess hill area; patterns of converting cropland to forest; afforestation techniques

青海省大通县是全国 6 个退耕还林(草)科技试验点之一,是青海省实行荒山绿化、退耕还林(草)工程和治理水土流失的重点、难点地区。大通县在退耕还林工程的实施过程中,目前遇到的主要问题就是缺乏有效地综合配套旱作造林技术,造林难度大,造林成活率和保存率低,造林绿化成效低,不能从根本上遏制住生态环境恶化的趋势,山区群众生活困难。因此,如何在短期内提供适宜该地区生长的优良种植材料,解决造林树种单一、混交林少的问题;如何在水资源严重亏缺的干热河谷地区,充分利用有限的水分资源,解决造林成活率、保存率,恢复森林植被,提高林木生长量,改善生态环境,已成为该试验点亟待解决的重要问题,也是整个西部大开发战略中必需解决的

重大课题。为此,国家林业局围绕我国退耕还林科技试验点相应开展了“脆弱生态区退耕还林关键技术研究”的项目,目的是为退耕还林工程建设范围内生态脆弱地区提供实用的综合配套技术,推动区域环境条件的改善,实现我国退耕还林工程建设的持续发展。

1 研究区概况

大通县位于祁连山南麓,属青海省东部农业区,系西宁市辖县。全县共有 22 个乡镇, 4.30×10^5 人,总面积 309 000 hm^2 ,林业用地 94 334.17 hm^2 ,占总面积的 30.7%,其中有林地 22 700 hm^2 ,疏林地 413.69 hm^2 ,灌木林地 62 700 hm^2 ,未成林造林地 3 676.72 hm^2 ,苗圃地 232.7 hm^2 ,宜林地 4 611.06 hm^2 ,森林

收稿日期: 2003-12-01

资助项目: 国家林业局“脆弱生态区退耕还林关键技术研究”项目专题一“黄土丘陵区寒冷高原浅山坡地造林技术研究”

作者简介: 贾志清(1968—),女(汉族),北京市人,博士,副研究员,主要研究方向为水土保持与其荒漠化防治工作。电话(010)62889638, E-mail: Jiazq@forestry.ac.cn

覆盖率 26.4%。境内山多川少,地形复杂,海拔 1900~4600 m,年平均气温 2.7℃,无霜期 90~110 d,年降水量 520 mm^[1]。

2 浅山退耕还林区立地类型划分

大通县立地分类依据和标准是按照立地的低级分类系统进行的,它包括立地类型区、立地类型组和立地类型 3 级。根据地貌划分立地类型区,根据地貌、海拔和土壤亚类划分立地类型组,根据坡位等中小地形、土壤理化性质、土壤质地、有效土层厚度、植被特征等划分立地类型。在高寒干旱山区,影响立地质量的主导因子是土壤含水量和土壤养分,而影响水、肥、

热、气的因素是地形因子,为此,结合大通县退耕还林的实际,在大通县选择具有代表性的 5 个典型区进行了地块的布设,设置调查样地 25 块,对每个样地的海拔高程、地形地势、植被、土壤等进行了综合调查与分析,在此基础上采用专业定性和定量分析相结合的方法对立地类型进行划分。大通县属青海东部黄土丘陵沟壑立地类型区,按照地貌、海拔和土壤亚类划分 2 个立地类型组,即海拔 2600 m 以下的浅山(前山)立地类型组与海拔 2600 m 以上的后山(脑山)立地类型组;在此基础上又划分出大通县浅山退耕还林区立地类型 13 种(见表 1),为大通县浅山退耕还林区造林技术体系的形成和建立奠定了科学基础^[2-4]。

表 1 青海省大通县浅山退耕还林区立地类型

序号	立地类型	海拔/m	土壤	主要植被
1	低位浅山掌、台地	2600 以下	栗钙土, pH7.5, 土层 80 cm 以上	青杨、小叶杨、锦鸡儿、野枸杞、小檗、芨芨草、长芒草、马兰、冰草。总盖度 20%~30%。
2	中位浅山掌、台地	2300~2600	栗钙土, pH7.0, 土层 80 cm	青杨、甘蒙锦鸡儿、小檗、野枸杞、长芒草、紫菀、冰草。总盖度 20%~30%。
3	高位浅山掌地	2500~2800	暗栗钙土, pH7.5, 土层 60—80 cm	青杨、小叶杨、锦鸡儿、小檗、金露梅、红花忍冬、沙棘、长芒草、火绒草、禾草。总盖度 30%~50%。
4	低位浅山阴坡	2000~2400	栗钙土和灰钙土, pH7.5~8.0, 土层 80 cm 以上轻度侵蚀	青杨、小叶杨、野枸杞、小檗、芨芨草、长芒草、马兰、冰草。总盖度 20%~30%。
5	中位浅山阴坡	2300~2600	栗钙土, pH7.0, 土层 80 cm	青杨、甘蒙锦鸡儿、小檗、野枸杞、长芒草、紫菀、冰草。总盖度 30%~40%。
6	高位浅山阴坡	2500~2800	暗栗钙土, pH7.5, 土层 60—70 cm	青杨、锦鸡儿、小檗、金露梅、红花忍冬、沙棘、长芒草、火绒草、禾草。总盖度 30%~50%。
7	低位浅山阳坡	2000~2400	灰钙土, pH8.0, 土层 20—30 cm, 中度侵蚀	甘蒙锦鸡儿、野枸杞、白刺、长芒草、狼毒、冰草、骆驼蓬。总盖度 10%~20%
8	中位浅山阳坡	2300~2600	灰钙土, pH8.0, 土层 25—60 cm, 中度侵蚀	甘蒙锦鸡儿、野枸杞、白刺、长芒草、狼毒、冰草、骆驼蓬。总盖度 10%~20%。
9	高位浅山阳坡	2500~2800	栗钙土, pH7.5, 土层 70—80 cm	青杨、白桦、锦鸡儿、金露梅、小檗、长芒草、狼毒、马兰。总盖度 30%~50%。
10	低位浅山黄土冲沟	2000~2400	黄土母质, pH8.0	甘蒙锦鸡儿、野枸杞、白刺、长芒草、狼毒、冰草、骆驼蓬。总盖度 10%~20%。
11	中位浅山黄土冲沟	2300~2600	黄土母质, pH8.0	甘蒙锦鸡儿、野枸杞、白刺、长芒草、狼毒、紫菀。总盖度 10%~20%。
12	高位浅山黄土冲沟	2500~2800	暗栗钙土, pH7.5, 土层 60—70 cm	青杨、锦鸡儿、小檗、红花忍冬、沙棘、长芒草、火绒草、禾草。总盖度 30%~50%。
13	低位浅山梁顶	2000~2400	灰钙土, pH8.0, 土层 60 cm	甘蒙锦鸡儿、野枸杞、白刺、长芒草、狼毒、冰草、骆驼蓬。总盖度 10%~20%。

3 浅山退耕还林区造林技术体系

3.1 浅山退耕还林区林种配置

从国家宏观要求和黄土丘陵区寒冷高原浅山地区生态气候特点考虑,在该地区实施退耕还林要坚持以生态效益为主,兼顾经济和社会效益的原则,主要

以营造水保林、薪炭林等防护林为主,在水、肥、热条件较好地段可适当营造生态经济型防护林,以生态林为主,林草结合,林药结合,加强混交林和复层林的营造(见表 2)。

3.2 浅山退耕还林区树草种的选择

在树(草)种的配置上,要根据立地条件、水肥条

件、树种和草种的生理以及生物学特性进行树种选择,坚持适地适树适草,因地制宜的原则。在树种选择上,主要以乡土树种为主,适当考虑引进适合本区的外来树种,以灌木为主,乔灌木相结合,多树种、多模式和多功能相结合。据当地特点应选择生长快、根系发达、抗旱、耐寒的树种,如柽柳、柠条、锦鸡儿、四翅滨藜等,在阴坡半阴坡可适当营造沙棘、榆树、山杏、

沙枣、油松、河北杨、小叶杨、青海云杉等。草种和中草药种的选择根据当地立地条件、市场需求而定,草种选择时一定要选择优质、高产、耐旱的多年生豆科或禾本科牧草,如紫花苜蓿、沙打旺、红豆草、老芒麦、芨芨草等;中草药应选择主要利用地上部分的药材,在退耕还林地中不提倡种挖根性的中药材。浅山退耕还林区不同立地类型适宜树(草)种配置见表 2。

表 2 大通县浅山退耕还林区不同立地类型林种、树(草)种配置

立地类型	适生树(草)种	林种配置
低位浅山掌、台地	青杨、河北杨、小叶杨、油松、云杉、刺槐、山杏、沙棘、柠条、枸杞、花椒、豆科牧草	水土保持林、经济林
中位浅山掌、台地	油松、小叶杨、云杉、柠条、青杨、河北杨、桦树、沙棘、山杏、白榆、旱柳、豆科牧草	水土保持林
高位浅山掌地	油松、云杉、柠条、沙棘、山杏、桦树、黑茨、化香、桐子、豆科(禾本科)牧草	水土保持林
低位浅山阴坡	青杨、小叶杨、河北杨、山杏、油松、云杉、沙棘、柠条、枸杞、花椒、锦鸡儿、豆科牧草	水土保持林、经济林
中位浅山阴坡	青杨、山杨、小叶杨、油松、云杉、柠条、沙棘、桦树、黑茨、枸杞、桐子、豆科牧草	水土保持林、经济林
高位浅山阴坡	油松、云杉、柠条、沙棘、锦鸡儿、桦树、黑茨、化香、桐子、禾本科牧草	水土保持林、用材林
低位浅山阳坡	青杨、小叶杨、河北杨、柽柳、沙棘、柠条、山杏、四翅滨藜、白刺、小叶杨、白榆、山杏、锦鸡儿、豆科牧草	水土保持林
中位浅山阳坡	云杉、白榆、山杏、油松、沙棘、柠条、四翅滨藜、黑茨、锦鸡儿、禾本科牧草	水土保持林
高位浅山阳坡	柠条、沙棘、锦鸡儿、山杏、禾本科牧草	水土保持林、薪炭林
低位浅山黄土冲沟	青杨、小叶杨、柽柳、白榆、沙棘、柠条、枸杞、旱柳、黑茨、白刺、禾本科牧草	水土保持林
中位浅山黄土冲沟	青杨、小叶杨、柽柳、锦鸡儿、沙棘、柠条、枸杞、旱柳、桦树、禾本科牧草	水土保持林
高位浅山黄土冲沟	油松、云杉、沙棘、柠条、锦鸡儿、桦树、黑茨、化香、桐子、禾本科牧草	水源涵养林
低位浅山梁顶	柽柳、云杉、柠条、锦鸡儿、沙棘、白刺、枸杞、禾本科牧草	水土保持林

3.3 浅山区退耕还林综合治理模式

退耕还林是我国西部生态环境建设与开发的重要举措,是一项以生态效益为主,兼顾经济效益和社会效益的创新工程。因此,建立一套切实可行的具有创新性的,既具有减少水土流失,改善生态环境等生态防护功能,又可获得较高的经济效益的退耕还林综合治理模式,对于退耕还林工程的持续高效发展,实现林业资源的可持续利用尤为重要^[5]。

浅山地区坡陡沟深,要结合小流域综合治理、雨水集流等工程,进行多模式综合治理^[6-7]。

3.3.1 林草治理模式 在坡的上部或陡坡的退耕地上植树种草,一方面可改变土壤利用结构,恢复植被,减少水土流失,改善生态环境;另一方面通过建设优质、高产的多年生豆科、或豆科与禾本科混交的人工草地,可促进畜牧业的发展,获得良好的经济效益。把退耕还林与绿色生态产业化建设联系在一起,为生态保护与建设的发展提供了新的方向和动力源。

该治理模式是基于长期效益和短期效益相结合的高效模式,成功的关键在于树草种的正确选择与结构优化配置。

3.3.2 林农(草)复合治理模式 在坡的下部,土层深厚、水肥条件好的退耕地上,选择经济林与粮食作

物间作模式,是一种过渡性的退耕还林模式。经济林树种宜选择品质优良、市场前景好的名特优新的经济林品种,间作农作物或青草,以不影响经济林树种正常生长为原则,宜选择的农作物和青草有:可用作青饲料的大豆、青谷子、青莜麦、黑麦、青玉米等品种,注意冬春季节留茬,防止土壤风蚀。

3.3.3 林药治理模式 该模式是指在林下种植具有药用经济价值的灌木和草本植物的模式,当地药用植物资源丰富,在特有的气候、土壤条件下,人工栽培药用植物可获得较好的经济效益。因此,在退耕还林工程建设中,可选择立地类型适宜的地域,通过选用耐阴药用植物在林下混种,或采用林药带状间种的方式,形成一种生态与经济效益兼营的退耕还林模式。较为成功的模式有:柏木+黄芪(当归)、柏木+西洋参、乔灌木+黄芪(大黄)高效栽培模式。

3.3.4 经济林治理模式 是指在坡度较缓,立地条件较好的地块,营造具有较高经济价值的经济林,建立经济林退耕还林治理模式。在生态脆弱地区发展经济林,应处理好经济、生态和社会效益之间的关系,坚持生态效益优先的原则,严格控制经济林与生态林的发展比例,发展经济林采取不易造成水土流失的整地、造林、管护和利用方式。

3.3.5 封山育林治理模式 封山育林治理模式主要针对边远山区以及土壤退化严重的地区,人工还林较难,但具有天然更新条件,可采取封山育林措施,逐步恢复林草植被,以达保护生态目的。根据天然林分的实际情况,相应采取清杂抚育、清杂补育、封山育草育灌、封山成林、封造成林和封、育、造结合成林等植被快速恢复技术^[8]。

3.3.6 多用途治理模式 多用途治理模式是指用材林、薪炭林、饲料林和风景游憩林建设模式。在丘陵起

伏较大,地形破碎,立地较差的区域,可采用以提供农村生活能源为目的的薪炭林建设模式;在条件较好的地域,可采用杨树等速生树种,以获取木材和造纸原料为目的的造林模式,或选用根孽性强、适口性好的灌木树种,营造饲料林,发展养畜的治理模式;在居民区、村镇旁或有历史文化传统的区域,可配合生态治理,营造风景游憩林,建设优美环境,以改善和提高当地居民的生活质量为目的的治理模式。不同立地类型退耕还林综合治理模式及树草种配置模式见表3。

表3 青海省大通县浅山区退耕还林综合治理模式及林草种配置

序号	立地类型	退耕还林模式	造林种草模式
1	低位浅山掌、台地	林农(草)复合治理模式、林药治理模式、经济林治理模式、多用途治理模式	青杨、沙棘、柠条、油松、河北杨、小叶杨、山杏、小叶杨×农作物(豆科牧草),沙棘×柠条,山杏×农作物(豆科牧草),油松×沙棘,云杉×沙棘,山杏×沙棘、黄芪、大黄、党参、板兰根、当归、枸杞
2	中位浅山掌、台地	林农(草)复合治理模式、林药治理模式、经济林治理模式、多用途治理模式	青杨、沙棘、柠条、河北杨、小叶杨、油松、山杏、小叶杨×农作物(豆科牧草),山杏×农作物(豆科牧草),云杉×沙棘、沙棘×柠条、山杏×沙棘、油松×沙棘、黄芪、大黄、党参、板兰根、当归、枸杞、山杏
3	高位浅山掌地	林草生态治理模式、林药治理模式	沙棘、柠条、山杏×豆科(禾本科)牧草、沙棘×柠条、山杏×沙棘、云杉×沙棘、黄芪、大黄、党参、板兰根、当归
4	低位浅山阴坡	林草生态治理模式、林农复合治理模式、林药治理模式、多用途治理模式	青杨、沙棘、河北杨、小叶杨、油松、柠条、山杏、小叶杨×农作物(豆科牧草),山杏×农作物(豆科牧草),山杏×沙棘、油松×沙棘、云杉×沙棘、黄芪、大黄、党参、板兰根、当归、枸杞
5	中位浅山阴坡	林草生态治理模式、林药治理模式	沙棘、柠条、油松、山杏、山杏×豆科(禾本科牧草),云杉×沙棘、油松×沙棘、沙棘×柠条、黄芪、大黄、党参、板兰根、当归
6	高位浅山阴坡	封山育林治理模式、林草生态治理模式	青海云杉、沙棘、柠条、锦鸡儿、云杉×沙棘、沙棘×柠条、禾本科牧草
7	低位浅山阳坡	林农复合治理模式、林药治理模式、经济林治理模式、多用途治理模式	青杨、河北杨、小叶杨、油松、沙棘、柠条、山杏、小叶杨×农作物(豆科牧草)、四翅滨藜×农作物(豆科牧草)、云杉×沙棘、油松×沙棘、沙棘×柠条、山杏×沙棘、黄芪、大黄、党参、板兰根、当归、枸杞
8	中位浅山阳坡	林草生态治理模式、林药治理模式	沙棘、柠条、山杏、油松、四翅滨藜×豆科(禾本科牧草)、云杉×沙棘、油松×沙棘、沙棘×柠条、山杏×沙棘、黄芪、大黄、党参、板兰根、当归
9	高位浅山阳坡	封山育林治理模式、林草生态治理模式	沙棘、柠条、锦鸡儿、沙棘×柠条、禾本科牧草
10	低位浅山黄土冲沟	林草生态治理模式、多用途治理模式	青杨、小叶杨、白榆、锦鸡儿、柠条、山杏、沙棘、沙棘×柠条、山杏×沙棘、沙棘×榆树、油松×柠条×怪柳、野枸杞、白刺、禾本科牧草
11	中位浅山黄土冲沟	封山育林治理模式、林草生态治理模式	青杨、锦鸡儿、野枸杞、白刺、柠条、怪柳、沙棘×柠条、柠条×怪柳、禾本科牧草
12	高位浅山冲沟	封山育林治理模式、林草生态治理模式	锦鸡儿、柠条、沙棘、沙棘×柠条、禾本科牧草
13	低位浅山梁顶	林草生态治理模式、林药治理模式	云杉、锦鸡儿、柠条、沙棘、油松、云杉×沙棘、沙棘×柠条、油松×沙棘、野枸杞、白刺、禾本科牧草、黄芪、大黄、党参、板兰根、当归

3.4 主要造林技术

由于寒冷高原黄土丘陵区属典型的干旱、半干旱区,降雨量少,蒸发量大,特别是浅山区造林难度较大,多年来造林成活率、保存率低,除受自然因素外,许多是人为因素。造林过程中科技含量低,重完成任务,轻造林质量,轻技术推广和新技术应用,导致许多地方年年造林不见林。因此,在退耕还林中大力推广先进、适用、高效的科技成果,已成为当务之急^[9]。

3.4.1 径流林业整地技术 通过大隔坡深整地,使每株林木都对一个集水坡面,采用机械、化学、生物等措施对集水坡面进行防渗处理以提高降雨的产流率,使有限的降水能尽量多地集中到林木的根系周围,在干旱的环境中建立局部良好的土壤水分条件,以保证林木的正常生长发育。集水面的处理共分 4 种:(1)利用自然坡面直接作为集水区;(2)对集水区的地面用人工或机械的方法将表土压实拍光;(3)在第 2 种的基础上再喷洒 1 层高分子有机化合物,从而起到阻止水分入渗;(4)在第 2 种的基础上引入低等植物地衣覆盖,提高产流率的作用。整地时按照径流的方向,对坡面上凹凸不平的地方进行处理,使坡面平整,以贮藏更多的水分,起到涵蓄水源提高造林成活率的作用^[10]。

3.4.2 蓄水保墒技术 在林地坡面上需要把所汇集的地表径流能够较长时间地贮存在根系分布的土壤中,才能充分发挥集水的水分使用效率,特别是利用秋天降雨比较多,林木需水较少的特点,尽量贮存较多的水分供来年春季干旱早期林木利用,做到“秋水春用”是保证造林成活率和林木稳定生长的关键措施之一。由于黄土的无结构和土质的立土性,保水能力较差,集水后深入土壤的水分约有 30%~40% 被渗漏损失掉。与径流林业技术相配合,采取的蓄水保墒技术有多种多样,对土壤的结构和持水能力进行改良。使用绿肥、锯末、土壤保水剂、土壤改良剂等按不同配比与植树带内的土壤混合具有显著的保墒效果,使春季的土壤蓄水量可以提高 25%~47%^[11]。

3.4.3 容器苗造林技术 干旱半干旱地区的土壤水分条件和养分条件都比较差,使用小的裸根苗造林成活率一般很低,需要使用大容器的容器苗和大规格的移植苗,以增强造林初期苗木对不良环境的抵抗能力。因此,在该地区要大量培育大容器的容器苗和较大规格的移植苗。容器苗具有造林不受季节限制,春、

夏、秋 3 季都能上山造林,带土造林不伤苗木根系,没有缓苗期,苗木生长快等特点,所以浅山地区在选择好造林树种的基础上,应进一步加大容器育苗和造林的力度,切实提高退耕还林工程的质量。

3.4.4 抗旱保水材料应用技术 为了进一步提高造林成活率,应在该地区积极推广和合理应用保水剂、植物生长调节剂、美国干水、植树袋、菌根等新材料,缓解干旱,改善根系水分条件,促进苗木根系恢复,从而提高造林的成活率。实践证明,在干旱、半干旱地区只要科学合理地应用以上新材料,对提高造林成活率和保存率均有良好的效果,在同等条件下,应用生根粉处理的苗木比对照能提高造林成活率 10%~20%;应用保水剂后,针叶树的成活率平均增幅为 2.70%~22.30%,阔叶树为 1.80%~14.80%^[12-13]。在寒冷高原的干旱山区,结合抗旱整地大力推广应用以上新材料,会取得事半功倍的效果。

[参 考 文 献]

- [1] 王玉亭.大同林业志[M].西安:陕西人民出版社,1998.
- [2] 齐贵新.青海省森林林地分类[R].青海省林业勘察设计院,1990.103—118.
- [3] 丁万良.青海土地资源[M].西宁:青海人民出版社,1999.
- [4] 刘霞.西宁南北山绿化技术[M].西宁:青海人民出版社,2001.
- [5] 聂祥永,张敏.我国经济林资源发展问题研究[J].林业资源管理,2002(4):9—12.
- [6] 吴志文.退耕还林与模式创新[J].中国林业企业,2001(3):11—12.
- [7] 国家林业局.西部地区林业生态建设与治理模式[M].北京:中国林业出版社,2000.
- [8] 李昌哲,贾志清.太行山石质山区封山育林技术研究专辑[J].北京林业大学学报,1996(18).
- [9] 陈强.云南退耕还林地可持续发展技术[J].林业科技开发,2001,15(2):56—58.
- [10] 王斌瑞,王百田.黄土高原径流林业[M].北京:中国林业出版社,1996.
- [11] 孙洪祥.干旱区造林[M].北京:中国林业出版社,1991.
- [12] 张富仓.BP 保水剂及其对土壤与作物的效应[J].农业工程学报,1999,15(4):74—78.
- [13] 黄土高原抗旱造林协作组.利用药物提高黄土高原造林成活率研究[J].中国水土保持,1999(6):24—29.