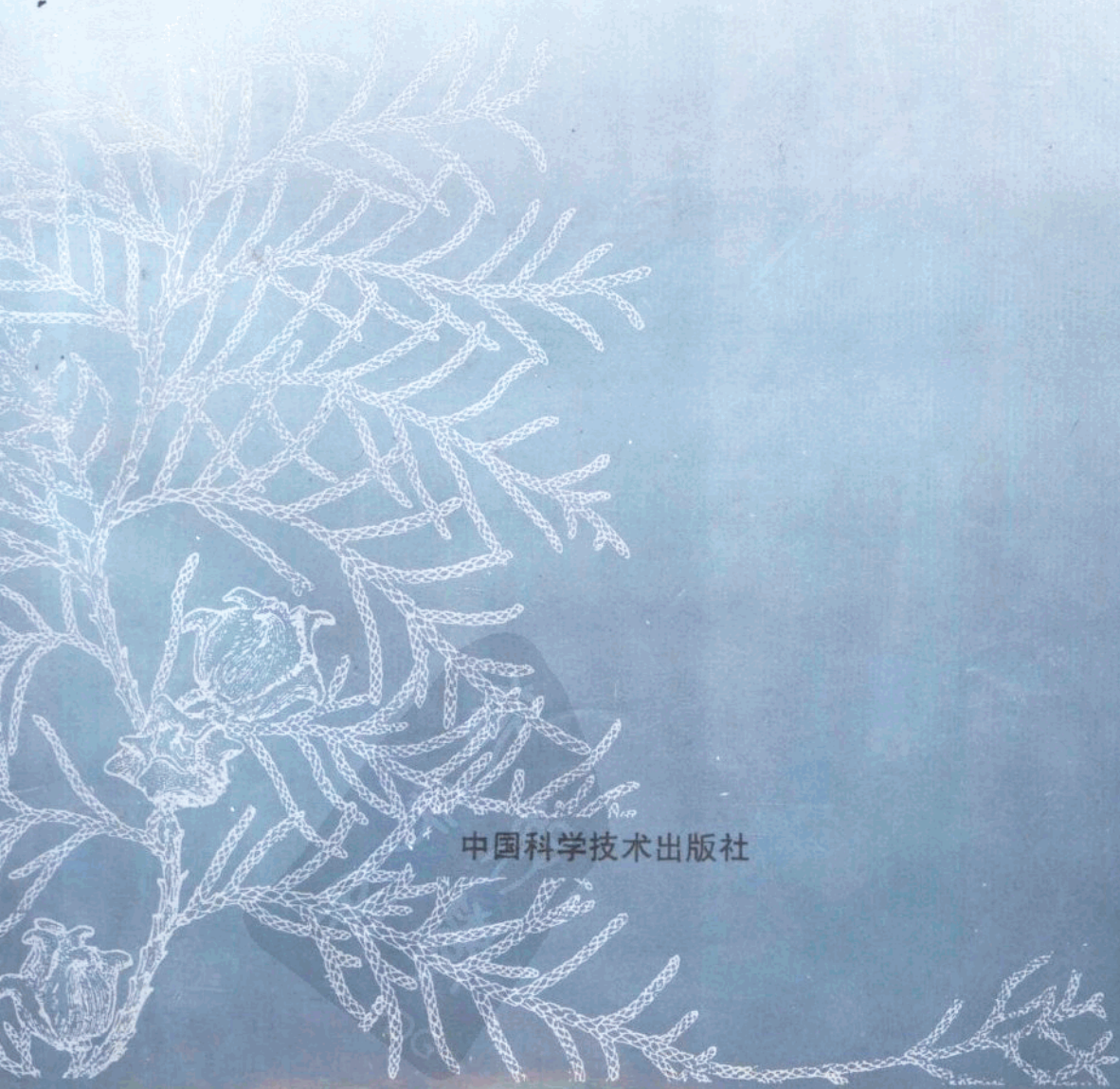


太行山水土保持林

营造技术及效益研究

主编 李昌哲

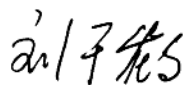
中国科学技术出版社



序

《太行山水土保持林营造技术及效益研究》是国家“七五”重点科技(攻关)课题《太行山造林绿化技术》的专题之一。经过试验、示范林营造和定位观测,取得大量科学、翔实数据,并提出单项和综合研究成果。经国家组织验收和同行专家评定,一致认为:结合太行山石质山区水土流失特点,提出水土保持林营林措施和效益计量化研究,既符合太行山生态林业工程建设的需要,又具有较高的学术价值。

针对我国北方干瘠石质山区营造水土保持林,提出采用“疏林结构”和采用“大苗”重建“人工——天然复合植被类型”,“组装造林技术系列”等学术观点与方法,是这项研究成果创新之处,符合自然规律和社会发展需要;通过对不同森林植被单项水文因子定位观测,数量化研究水土保持效益也取得了新的进展。为当前水土保持林营造与效益研究,提供科学适用技术与方法。为尽快使这项科研成果转化为生产力,在生产上推广应用,并为国家启动太行山防护林体系建设提供科学依据。为此,将这项研究成果汇编成论文集出版,是一件值得庆贺的事情。当然作为五年攻关的阶段成果,限于研究序列不长,尚需继续通过研究予以提高与深化。



中国林业科学研究院院长、研究员
一九九一年八月

目 录

序

太行山石质山区水土保持林营造技术研究	李昌哲 杨立文 张理宏 关兴(1)
小流域水量平衡的研究	杨立文 张理宏(16)
林地对降雨调蓄功能的研究	张理宏 杨立文(24)
北京“九龙山试区”植被调查研究	李昌哲 杨立文 张理宏 郭卫东(34)
北京“九龙山试区”土壤剖面特征与理化特性的研究	李昌哲 张理宏 张浩(56)
砂岩区地质、地质水文特征分析	李昌哲 张浩(72)
林冠对降雨截留过程的研究	杨立文 张理宏(76)
人工模拟降雨条件下土壤入渗规律研究	李昌哲 杨立文 张浩(84)
九龙山林地土壤水分动态研究	张理宏 杨立文(89)
不同森林植被土壤渗透规律研究	张理宏(94)
造林调查设计报告	李昌哲 杨立文 张理宏 金书义(98)
侧柏根系对造林初期生长影响的研究	张理宏 杨立文(112)
育苗技术简介	杨启清(117)

太行山石质山区水土保持林 营造技术研究

李昌哲 杨立文 张理宏

关 兴

(中国林科院林研所)

(中国林科院九龙山试验林场)

摘要 在太行山石质山区营造水土保持林是国家“七五”重点研究项目。在对试区土壤、植被、气象、地质等因子调查分析的基础上,提出林种、树种选择的标准与方法;水土保持林树种配置、整地与正确利用天然植被的措施;提高造林成活率、保存率和造林初期生长量的技术方案。根据自然、社会条件,提出了不同的造林技术系列。本项研究明确提出,在水土流失严重地区,为加速植被恢复,应建立人工——天然复合植被类型;在干旱瘠薄山地,充分利用坡面径流,营造疏林复层结构水土保持林的造林原则以及提高整地和造林技术规格,加速成林和提高造林后防护效益的技术措施。

关键词 造林技术系列 人工天然复合植被 疏林结构

太行山区总面积 11.4 万 km²,其中水土流失面积 7.3 万 km²,占山区总面积的 64%,年平均流失泥沙 1.6 亿 T,地表水资源 80 亿 m³。水土资源的流失,造成山区生态失调,经济贫困,同时也给华北平原和京津地区带来无穷的生态灾难。据不完全统计,70 年代太行山区 7 座大型水库(>1 亿 m³)的泥沙淤积量 4.7 亿 m³,同期海河部分支流的河床淤高 1.5m,从而降低了水库调蓄能力和河道行洪能力。1954~1963 年,华北平原共发生大的洪水灾害 6 次,使 1 000 万 ha 良田被淹,许多城镇进水,天津告急,经济损失惨重。因此,改善太行山区的生态环境,使其成为京津和华北平原的生态屏障,不仅是山区人民脱贫致富的需要,也是华北平原农区和京津地区经济建设的需要。根据林业部初步规划,今后太行山需营造水土保持林 156 万 ha,占规划造林总面积的 44.6%。因此,研究太行山石质山地水土保持林营造技术十分必要。现将北京西郊九龙山林场试验结果分述如下:

1 林种选择

根据造林地立地条件和水土流失状况,正确选择林种很重要。解放至今,太行山营造的人工林几乎全是“用材林”,其中不少林子不仅生长不良(成了小老头),水土保持能力也很差,成为“低质低效”林。

1.1 植物的指示作用

事实上,太行山石质山地历经近 4 000 年的人为干扰,植被已严重退化。立地条件基本特征是干旱、瘠薄。据考证,太行山的原始森林植被为暖温带针叶落叶阔叶林。据对试区植被调查分类表明(表 1),原有高大乔木已荡然无存。现有 11 个天然植物群丛中,6 个为荆条群系;其余 5 个群丛,除胡枝子+蚂蚱腿子——矮丛苔草群丛无荆条成分外,其余 4 个群丛中荆条仍为主要成分。不难看出,极耐干旱瘠薄的荆条、酸枣、黄背草等植物“侵入”并成为建群种或主要伴生植物。这一事实说明,试区植物生活环境条件已由原来半湿润的中生环境,变为类似干草原的“旱生环境”。

表 1 试验区天然植被类型统计表

序 号	群 丛	伴 生 植 物
1	三裂绣线菊+荆条——矮丛苔草群丛	酸枣、白羊草
2	蚂蚱腿子+荆条——矮丛苔草群丛	酸枣、胡枝子、小叶鼠李、河蒴苘花
3	胡枝子+蚂蚱腿子——矮丛苔草群丛	三裂绣线菊、大花溲疏、河蒴苘花、小叶白腊
4	胡枝子+荆条——矮丛苔草群丛	三裂绣线菊、大花溲疏
5	金雀儿+荆条——矮丛苔草群丛	贝加尔唐松草、毛樱桃、野鸢尾、山韭、中华卷柏
6	荆条——北京隐子草群丛	河蒴苘花、酸枣
7	荆条——白羊草群丛	蛇葡萄、扁担木、多花胡枝子
8	荆条+杠柳——矮丛苔草群丛	多花胡枝子、贝加尔唐松草、三裂绣线菊、构树
9	荆条——矮丛苔草+狗尾草群丛	河蒴苘花、蚂蚱腿子
10	荆条——矮丛苔草+猪毛蒿群丛	无
11	荆条——黄背草+北京隐子草群丛	河蒴苘花、酸枣

从(天然)植物的生活型(表 2)也反映出综合生境条件的好坏。

表 2 植物生活型系统表

试 验 区	生 活 型	总 计	灌 木		藤 本		多 年 生 草 本		一 年 生 草 本		叶 状 体 植 物	
			种 数	%	种 数	%	种 数	%	种 数	%	种 数	%
			大 杨 树 沟	115	29	25	6	5	64	56	15	13
增 产 路 北 坡	72	14	19	2	3	45	63	11	15	0	0	

两试区植物生活型谱的共同特点是:无原生高大乔木;多年生灌木占 19~25%;草本占 68~78%,原生的高大乔木在这里不能得到自然的恢复,说明目前的生境条件已严重恶化。人工栽植的林子生长量和蓄积量普遍偏低(见表 3)。从用材林的观点看,这种林子只能生产

表 3 人工林调查表

标准地号	树种组成	林龄(年)	株数(株)	标准地面积(m ²)	郁闭度	平均直径(cm)	平均高(m)	平均单株材积(m ³ /株)	每亩材积(m ³ /亩)
6	油松	17	180	20×20	0.7	3.95	2.76	0.003	0.340
12	油松	17	17	10×20	0.2~0.3	3.47	1.98	0.002	0.057
2	油松	17	21	10×20	0.3	2.78	1.88	0.001	0.035
4	侧柏	18	140	20×20	0.7	0.80	3.10	0.001	0.230
9	侧柏	18	153	20×20	0.6	2.25	2.26	0.001	0.260
3	侧柏	18	151	20×20	0.7	2.40	2.84	0.001	0.250

小径阶材,作为民用,无多大商品价值。总之,无论从植物生境条件恶化的程度,或是由现存人工林生长状况,都说明这里不宜营造用材林,而适合发展以防护为目的的水土保持林。

1.2 水土流失程度与强度

分析造林地的水土流失现状(程度)与潜在的危险性(强度)是决定营造水土保持林的重要依据。从土壤调查结果看(见表 4)。

表4 土壤特征统计表

剖面号	植被类型	土壤名称	发生层	深度 (cm)	质地	石砾含量 (%)	容重 (g/cm ³)	总孔隙度 (%)	枯落物干重 (T/ha)	有机质 (%)
5	阴坡油松林	山地淋溶褐土	A	0—25	轻	0.21	0.92	60.43	28.21	2.96
			AB	25—85	中	3.43	1.15	52.99		1.49
1	阳坡侧柏林	山地粗骨性褐土	A	0—25	重	17.22	1.17	53.90	21.29	2.87
			B	25—60	中	52.72	1.47	46.82		1.35
8	阴坡灌木林	山地粗骨性褐土	A	0—10	轻	4.05	0.94	64.96	11.37	4.03
			AB	10—75	中、重	23.05	1.18	52.87		1.74
9	阳坡灌木林	山地粗骨性褐土	A	0—10	轻	5.14	1.24	56.70	1.80	2.51
			AB	10—55	中	29.18	1.19	52.87		1.23

除阴坡油松林土层内石砾含量较少外,其他土壤剖面石砾含量多在30%左右。说明原始土壤层已流失殆尽,现在的土壤是后来发育起来的幼年粗骨褐土。其特点是:发生层次不明显,A层薄,枯枝落叶量少,容重大。土壤剖面总体特征明显反映出了坡积母质特性,说明水土流失程度比较严重。在实地调查中,土壤剖面有明显裂隙和石块表面水痕,表明该区土层稳定性差。由于古代侵蚀强烈,平均坡度为27.7°,属陡坡类型。在此情况下,如遇特大暴雨,发生浅层滑坡的危险性很大。因此,这里需要营造有深根性树种参加的水土保持林,以防滑坡。

总之,试区生境条件的恶化,不允许营造用材林,且水土流失程度较严重,又有发生滑坡的潜在可能。因此,选择水土保持林作为主要林种是合适的,但试区地处北京西郊潭拓寺——戒台寺重点风景绿化区,因此,应兼具风景林特点。

2 树种选择

太行山造林的主要限制因子是水分不足。造成干旱的原因之一是气候干燥,据气象资料统计(见表5,图1、2)。

表5 多年平均降水量、蒸发量及干燥度

月份 项目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
降水量 (mm)	2.9	6.6	9.8	19.5	31.5	69.9	230.6	87.6	57.9	26.6	5.4	2.2	650.4
蒸发量 (mm)	65.0	77.0	146.7	240.9	299.8	268.0	195.5	160.7	161.4	128.8	83.4	63.6	1890.7
干燥度 (k)	22.4	11.7	15.0	12.4	9.5	3.8	0.9	0.9	2.8	4.8	15.4	28.9	2.9

注:各月数据为北京市门头沟气象站1959~1980年22年平均值。

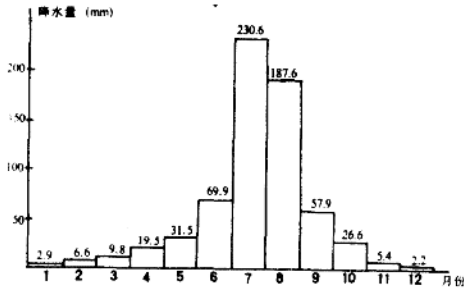


图1 多年平均降水量

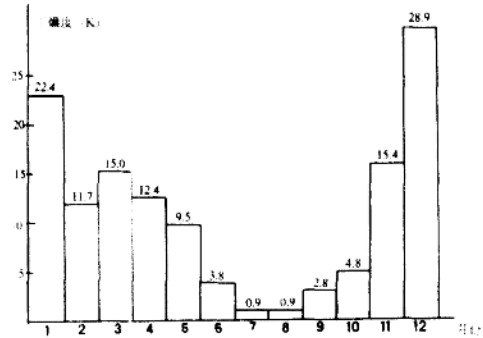


图2 多年平均干燥度

除7、8月份雨季降雨量略大于蒸发量外,其余各月蒸发量远大于降水量。全年干燥度为2.9。土壤水分的亏缺程度是衡量该地区干旱程度的又一重要指标。据测定(表6),试区4~10月份林木生长期中,除7、8月份K₁值略小于30%外,其他各月K₁值均大于30%,尤其阴坡灌木林,K₁值即使在7、8月份也大于30%,其他各月均大于50%。说明阴坡灌木林地水分亏缺情况更为严重。资料记载:K₁值30~40%,对植物生长即产生不利影响。在土壤水分如此亏缺情况下,选择“抗旱”树种十分必要。

表6 不同林地各月K₁值

单位 %

林 地	田间持水量 (%)	月 份						
		4	5	6	7	8	9	10
阳坡灌木林地	19.22	42.6	52.2	26.3	16.0	21.4	49.1	43.3
阴坡灌木林地	25.27	52.6	64.0	51.2	34.4	35.6	58.5	53.9
阳坡造林地	21.82	39.5	51.8	35.3	18.5	24.2	50.9	42.7
阴坡造林地	24.59	51.4	56.6	47.9	30.9	31.6	51.9	50.4

树种选择除注意其抗旱性外,作为水土保持树种,树种的稳定和改良土壤水物理性质及增加养分含量等方面的特性也值得注意。尤其是树木根系固持土壤的作用。在首都绿化区,不能不考虑树种的景观价值。出于以上三方面考虑,提出侧柏、栓皮栎为主要造林树种;黄栌、火炬树、元宝枫、山杏为伴生树种。

根据对上述树种生产性考察和抗旱生理测定,其抗旱性能是强的。

侧柏属浅根性树种,侧根特别发达,对表层土壤有很强的固持作用;栓皮栎则是深根性树种,其主根的穿透能力极强,侧根不发达,是与侧柏混交的理想树种。侧柏是常绿针叶树,塔形树冠,具有极高的观赏价值;栓皮栎虽属落叶阔叶乔木,但夏天翠绿色,秋天叶片金黄色,冬天不落,其观赏价值也很高。美中不足的是这两种树的落叶都不能形成“软腐殖质”。火炬树、黄栌却可金秋奉献一片红叶,是有名的观赏树种;元宝枫以其较强的抗旱性和美丽的叶形被列为伴生树种。所谓“红叶传书”就是指这种树叶。山杏耐干旱瘠薄的能力也很强,

早春开花,秋天可收获杏核,具有观赏和经济价值。总之,随着经济的发展和人们文化素质的提高,对林业提出越来越高的要求,选好造林树种,是满足社会多种需求的重要一环。

3 造林调查设计及依据

水土保持林造林调查设计,除遵循适地适树原则外,还应依据水土保持原理,从植被建设的角度考虑。因此,各造林环节有其特定的设计方法。

3.1 整地与行距设计

整地在水土保持林营造中被视为“坡面工程”。它不仅为栽植的林木提供微区生活环境,而且它本身也是一项截断、吸收坡面径流的工程措施。在确定其规格、行距时,把坡面径流率作为主要参数,而不是仅考虑林木的生长空间与营养面积。例如,不同的灌木坡,坡面径流率也不同(见表7)。阳坡,当降雨强度为1mm/min,降雨量为200mm左右时(相当10年一遇暴雨),坡面暴雨径流率约60%,整地规格则需要40×60cm才能有效拦截行距为3m的坡面径流(图3)。同样规格在阴坡灌丛可拦截百年一遇大暴雨(400mm)。适当加大整地规格也为林木生长提供了良好的土壤水分环境。据调查,整地的土壤水分含量普遍高于坡地土壤(表8)。太行山区限制林木生长的主要因子是水分。因此对促进幼树生长极为有利。总之,整地工程和栽植的林木及坡面保留的灌草丛植被,应构成防止水土流失的工程——生物体系。此点与一般造林整地有极大区别。当坡面破碎或坡度过陡(>25°)进行水平条整地有困难时,也可采用鱼鳞坑或穴状整地。不管采用何种整地形式,整地规格都要按上述原则精心计算与设计。

表7 坡面径流率统计表

	阳坡灌丛				阴坡灌丛			
	降雨量(mm)	93.6	183.6	372.6	664.2	108.0	228.6	460.8
降雨强度(mm/hr)	31.2	61.2	124.2	221.4	36.0	76.2	153.6	277.2
坡面径流系数(%)	0	61.3	70.2	88.2	0	6.5	25.0	50.7

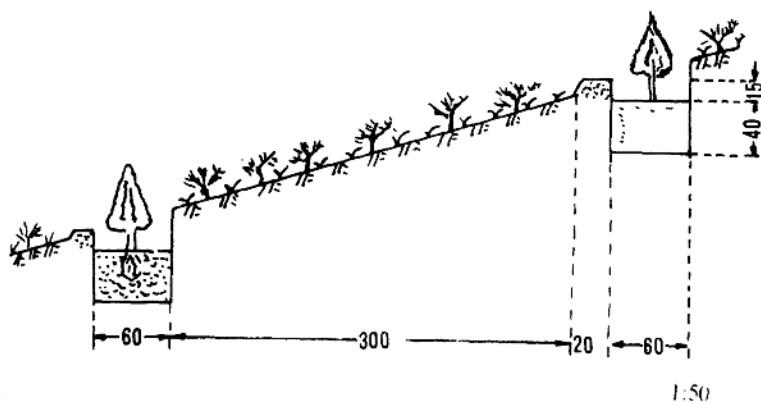


图3 水平条整地方式

表 8 生长期土壤水分统计表

单位 %

序号	林 地	月 份							平均
		4	5	6	7	8	9	10	
1	阳坡灌木林地	13.07	9.76	13.92	15.04	14.04	10.15	11.26	12.46
2	阳坡造林地	14.52	12.06	14.51	17.33	15.93	10.88	13.43	14.09
	(2-1)/1	11.09	23.57	4.24	15.23	13.46	7.19	19.27	13.44
3	阴坡灌木林地	12.52	9.94	10.88	15.57	14.43	10.65	12.35	12.33
4	阴坡造林地	12.17	12.44	12.34	15.89	16.17	12.33	12.49	13.40
	(4-3)/3	-2.80	25.15	13.42	2.06	12.06	15.77	1.13	9.54

3.2 苗木规格及质量评价

营造水土保持林实际上是在人为干预下的植被重建过程,造林活动应有利于促进植被向良性方向演替,其最终目的还是提高其生态效益。为此,在苗木规格上应采用“大苗”。但是侧柏造林,如采用1~1.5年生裸根苗,春季或雨季造林,不仅造林成活率、保存率低(30~20%),生长量也低(8cm)。如采用移植大苗和容器大苗造林,效果要好得多,其结果见表9、10。

表 9 成活率保存率统计表

单位 %

编 号	I	II	III	IV *	V	VI	VII	备注
苗木种类	3.5年生 移植苗 (带坨)	2.5年生 移植苗 (带坨)	2.5年生 营养杯苗	1.5年生 营养杯苗	1.5年生 裸根原生 苗(对照)	塑料杯 , 百日苗	2.5年生裸 根移植苗 (对照)	*覆土2年
成活率	99.6	98.0	100.0	100.0	82.1	100.0	30.2	
保存率	99.1	98.0	98.3	91.7	25.5	7.6	16.4	

表 10 生长量统计表

单位 cm

编 号	I		II		III		IV		V		备注
		比V ±%		比V ±%		比V ±%		比V ±%		比V ±%	
平 均 高	177.2	3.14	133.1	1.35	76.3	3.5	69.2	2.2	56.5	0	V为对照 III 造林2年,其 他为3年, I 为4年
平均年高生长	27.3	2.4	27.6	2.5	21.8	1.7	16.2	1.0	8	0	
平均地径	2.6	2.3	2.4	2.0	1.2	0.5	1.2	0.5	0.8	0	
平均地径年增长	0.4	1.2	0.44	1.4	0.27	0.5	0.27	0.5	0.18	0	

统计结果表明:容器大苗和移植大苗的成活率、保存率都很高(98%以上),比1.5年生裸根原生苗分别大18%和69%,比2.5年生裸根原生苗分别大70%和84%以上。造成这种差异的主要原因是,前者保留大量吸收根并保持了根系活力;后者吸收根少,且因裸根较易失去活力。不同苗龄裸根原生苗相比,苗龄越大,成活率、保存率越低。从造林后林木生长情

况看,与1.5年生原生苗相比,移植苗(带土坨)的平均高(133~177cm)是对照的2.4~3.1倍;平均年高生长量(27.3~27.6cm)大2.5倍。移植苗造林对提前成林并发挥水土保持效益具有明显优势。2.5年生容器苗,造林2年高度(76.3cm)比对照造林3年(56.5cm)高35%,年平均高生长量(21.8cm)比对照大1倍。总之,大苗带土造林比裸根造林不仅提高其成活率、保存率,还能加快高生长,解决长期以来侧柏裸根造林的“三低”难题。造成这一结果的原因是多方面的,但主要原因是保全了根系,保持了吸收根的活性(见表11)。尤其是移植苗的三级吸收根是容器苗的近2倍,是原生苗的10倍。“根深叶茂”的道理确实如此。带土大苗造林的另一优点是提高林木的“抗逆性”。据调查,移植苗造林2年后根幅达130cm,集中分布区为58cm;3年平均高133~177cm。这样,灌草丛很难与其争夺水分、养分与阳光。而大苗造林的另一优点是可以避免兔害。据调查,1.5年生原生苗的兔危害率71.5%,容器(100日)小苗在无防护情况下,被害率93.4%,容器大苗和移植大苗被害率不到1%。

表 11 苗木生物量及根系统计表

	h (cm)	D (cm)	总重 (g)	枝叶重 (g)	根重 (g)	一级根 (条)	二级根 (条)	三级根 (条)	总 计 (条)
移植带坨苗	77.2	1.46	87.5	75.6	11.9	30	506	719	1 255
营养杯苗	78.0	0.77	28.0	23.7	4.3	50	431	436	917
原生苗	70.6	0.80	25.5	21.9	3.6	69	360	70	499

3.3 造林季节与时机

解放初期(50年代),北方针叶树多采用1年生裸根苗春季造林,认为春季根系生长快,造林后容易生根、缓苗、成活。事实上北方春季干燥($K > 10$),土壤水分亏缺值(K_s)大于50%,呈严重不足状态(表5~6),对造林成活、保存和生长极为不利。根据对降水、土壤水分变化动态实测结果看,7、8月份进行雨季造林比较合适。其间空气干燥度(K)为0.9;土壤水分亏缺值(K_s)为24.7~27.7%,完全可以满足林木生长对水分的需要。如果我们栽植的苗木有大量吸收根并保持活性,则不经“缓苗”即可继续生长;反之,吸收根不多,根系活性差,即使有足够土壤水分,也不能吸收,在高温蒸腾失水状态下,发生萎蔫甚至死亡。裸根苗尤其是裸根大苗,雨季造林不成功的原因就在于此。

雨季造林需选择有利时机,一般在雨季高峰期之前,第一场透雨之后进行造林最好。因为,此时土壤含水量接近田间持水量,土壤湿润、松散,既有利于造林活动,又保证必要的土壤水分含量,如果在雨季降雨高峰期,土壤水分达到饱和状态,土壤粘结,则不利于造林操作,也容易造成苗木与土壤粘结在一起,形成泥块,造成死亡。第一场大雨后很快进入雨季高峰期,新造苗木能不断得到降水补充,正常生长。从造林组织管理角度看,第一场大雨后一般要停顿一段时间才会降雨,此间便于组织施工;雨季高峰期常会遇到“连阴雨”,造林活动常因连续降雨停工,使起苗、运输、栽植等各造林环节不能按预定程序运转。造林时机常被人们忽视,这也是雨季造林效果差的重要原因之一。总之,“机不可失”“时不再来”,选择正确的造林季节与时机非常重要。

阔叶树一般采用“秋季截杆造林法”,通常在落叶后进行截杆造林。造林的成败往往与秋季土壤含水量、冬春降水情况,以及发芽后土壤水分有关。一般秋季土壤含水量达到12%

(相当田间持水量的60%);冬季有1~2次降雪,早春有1~2次中雨,造林成活即可保证。否则需要采取特殊保护措施。1988年营造山杏100亩,因当时土壤含水量只有8%,冬春虽有一定数量降水过程,死亡率仍然高达80%,秋季造林到第二年雨季之间,时间长,空气和土壤的干燥度大,是影响造林的潜在限制因素。研究阔叶树雨季造林,不失为一个可供选择的方法。雨季造林对阔叶林来说仍然是如何保全大量吸收根和根系活性问题。

3.4 运输条件在造林中的作用

过去小苗裸根造林,对交通运输条件要求不高。进行大苗带土(坨)造林,运输问题就显得十分重要。据测算:2.5年生侧柏移植(带土坨)大苗,单株重约8kg,用4吨卡车一次装运500株,一头骡子每次装运12株,日运输48株,每两日造林48株(实际工作时间4~5小时);2.5年生营养杯苗,全株重2kg,每车装运2000株,牲畜每次运45株,日平均运输180株,人均日造林50株;1.5年生裸根原生苗,每车装运5万株,牲畜日运输6000株,人均日造林167株。以上统计说明,随着带土苗的规格、重量的变化,过去靠肩挑、人背的办法,已不能满足造林需要。运输条件的好坏直接影响造林质量与造林速度,因为它不仅是起苗和造林两大环节能否有机配合的关键,同时,也是保证苗木不在运输中受损的重要措施。运输条件的提出与解决,将标志我国造林能否上“新台阶”的重要条件之一。随着我国“工厂化育苗”事业的兴起,长距离运输,高标准商品苗的培育与使用,都紧紧与运输条件相联系。此点目前还没有引起人们充分重视。

4 造林技术系列

造林活动包括从起苗、造林到造林后三年抚育管理在内的全过程。其成功与否,不在于单项技术水平的高低,而在于各项技术是否“成龙配套”,科学实用。为保证“一次造林成活率达85%,保存率75%”的指标,提出三组造林技术系列,并严格按照技术操作规程。营造44.5ha水土保持示范林,结果如下。

4.1 侧柏造林技术系列

4.1.1 侧柏生物学特性 耐干旱瘠薄,喜中性偏碱土壤(pH7~8)。阳性树种但幼树耐庇阴,萌芽性强。浅根性,侧根、须根发达。侧柏在生长期内只要水分充足,可连续生长,一年有两次生长高峰,即6月底~7月底;8月中旬~9月中旬。地径以8~9月生长最快。侧柏高生长以2~6年最快,8~55年稍慢(5~70cm),60~90年缓慢(3~14cm),90年后生长量下降。胸径生长以5~40年最快(0.45~1cm),以后呈下降趋势,材积增长在70年后,可持续到264年。侧柏在太行山区干瘠立地条件下,能正常生长,寿命长,稳定,是理想的水土保持树种之一。

4.1.2 整地 在试验区内灌草覆盖率达80%以上,其土壤为山地粗骨褐土,土层薄(30cm左右)。因此,应认真进行细致整地,形成一定深度和宽度的疏松土壤空间,以利造林后苗木根系生长并吸收水分养分。此外整地还能截留地表径流,增加土壤含水量,从而提高成活率。整地时间在造林前一年秋季或当年春季6月份前。目的是减少整地后杂草继续繁殖和土壤板结并吸收第一次大的降雨。整地形式为水平带、水平条。根据地形、土层情况,决定水平带、条的长短。水平条以品字形沿等高线排列,水平带相同。15°以下坡度土壤条件好或台田地其水平带长度不限,15°以上,石块多的地方水平条长度以设计密度为准。为使林地整齐,充分利用地力,设计株距为1m时整3m长水平条,设计株距为2m时可整2m、4m偶数米水平条。整地规格:长度2m以上,条内宽40cm,外沿宽20cm,外沿高15cm,深40cm。达不到40cm深

土层的地方取客土回填。

4.1.3 苗木准备 使用苗木为:2.5年生移植苗(带土坨),1.5年生营养杯、营养袋苗和2.5年生营养杯苗。用2.5年生移植带土坨苗造林时,为保证苗木质量,防止散坨和曝晒,将苗顺利运输到造林地。起苗时间应在9点之前,或15点之后,阴天或半阴天可全天起苗,下雨天禁止起苗。起苗前应向起苗人员讲清起苗技术要领。选择50~100cm高、壮苗,起出上坨高20~25cm,直径35~40cm,重约8kg土坨。将土坨放入蒲包内用手将蒲包与苗木贴实扎紧封好,用麻绳系活扣,即可运输。

4.1.4 苗木运输 装卸车要轻提轻放,禁止抛扔,卸车后,把苗木放庇阴处,防止曝晒。从山下向山上运输,用牲畜驮运至造林地,分片卸在阴凉处,然后由人工把苗木放到整地穴旁。整个搬运和存放过程,都要保证苗木不受损害。营养杯及营养袋运输同移植苗。

4.1.5 植苗 植苗是造林全过程的重要一环。因此,技术要求严格,应注意下列要点:植苗时间,在1—2次透雨后(一般在6月10日~7月10日),空气湿度70%即可植苗。晴天9点和16点后植苗;阴天或半阴天全天植苗,雨天禁止植苗。植苗前向施工人员提出植苗技术要求并严格检查。水平条内植苗穴坑规格依苗木种类确定。带土坨苗坑深25~30cm,直径25~30cm,上下一致,防止挖三角坑。营养袋、营养杯苗坑深20~25cm,直径20~25cm。将挖出湿土贴近坑边放,以便回土方便。用双手托住苗木放入坑内,再把湿土回填坑内,踏实,表面上放浮土。禁止使用裸根原生苗造林时“三埋两踩一提苗”方法。用营养杯苗造林时,要先用花铲轻轻拍打至杯与土壤松动后向外斜倒苗,用手托住放入坑内覆土。营养袋苗将袋撕破后即可放入坑内覆土。1.5年生营养杯、营养袋苗植苗后,冬天连续用土覆盖2年;2.5年生营养杯苗和营养袋苗覆土1年,防止兔害,提高保存率。

4.1.6 抚育管理 侧柏移植带土坨苗抚育1年;2.5年生营养杯苗抚育2年;1.5年生营养杯和营养袋苗抚育3年。每年松土除草两次。

4.2 阔叶树截干造林技术系列

采用的阔叶树有山杏、黄栌、火炬树、五角枫。采用方法与以前秋季截干造林法基本一致。现将技术要点分述如下:

4.2.1 起苗截干 当年10月下旬至11月上旬,依植苗时间,全天均可起苗截干。地下部分保留二级根。截干后放入草包或蒲包内。每个包内数量一致,以便植苗时按定额分配苗木,当天到造林地植苗的苗木在苗圃可不埋土,若起苗时间与植苗时间不同,起苗后应进行假植,以免根系被风干。

4.2.2 植苗穴规格 山杏、黄栌、五角枫三个树种穴坑深15~20cm,坑径15~20cm。火炬树坑深20~25cm,坑径20~25cm。

4.2.3 植苗 将苗木放入坑内覆土踏实。苗木地上部分覆土后保留3cm,踏实后将苗木地上部分用土盖成土包、土包高约10cm。造林后翌年春4月中下旬将土包扒掉。扒土时要轻扒,防止苗木已长出的新芽被碰掉。

4.3 栓皮栎直播造林技术系列

栓皮栎直播造林技术系列主要有以下两点:

4.3.1 常规直播造林技术 选择无虫害、籽粒饱满的当年种子(千粒重约400g左右)。采种后放在室内摊开存放,随播随取。直播时间为9月上旬。在水平条内挖15cm小穴,放5粒种子,覆土3~5cm后轻踏,在未整地的造林地,挖10cm坑穴放入5粒种子,覆土5cm,轻踏。

4.3.2 扣塑料杯技术 在塑料杯内放湿土 3~5cm,然后放 5 粒种子,再加满湿土倒置坑内,埋土与杯底平。翌春 4 月上旬将塑料杯扒出回收。由于栓皮栎前期生长极慢,杂草、灌木易遮盖苗木。因此,需连续抚育 5 年或更长时间。

4.4 管理及定额

定额管理是一门科学。在造林技术方案确定之后,是否能在生产上很好地得以实现,关键在于定额管理的好坏。

4.4.1 管理 从起苗到抚育管理整个过程,技术人员、生产队长、领工员必须认真负责,每个环节严格把关。造林前,人员、工具、包装、运输都要准备好。起苗与造林不能脱节,要随起苗随运输,起苗后翌日要将苗木全部栽植完。注意中短期天气预报,技术人员随时调整起苗、植苗时间。技术人员及施工队长要及时记录每个环节中的有关数据及调查材料。

4.4.2 定额

整地 石砾含量多的石质山地每人每天可整地 12~15m;梯田或石砾少的缓坡地可整 30~40m。

起苗 每人每小时可起土坨苗 20 株,起苗时 3 人一组,24 人配 2 名领工人员。

装卸车 每辆解放牌卡车可装带土坨苗 500 株,重约 4t;可装营养杯、营养袋苗 2 000~2 700 株,需要 5 个专职人员完成。每人每天平均可装带土坨苗 300 株;营养杯、营养袋苗 1 200 个。

车辆运输 苗圃地与造林地距离 20~30km,解放牌卡车一天可往返运输 3 次。

畜力运输 15 个骡子可在运输距离 1 000m 的山路上日运输带坨移植苗 1 000~1 500 株;运营养杯苗 4 000~5 000 株,每个牲口一次可运输土坨苗 12 株,往返 6 次,运营养杯、营养袋苗 45~50 株。

人力运输 每人在 1 000m 运输距离内一次只能背土坨苗 2~3 株;100m 距离内 5~6 株。

植苗分组 每组 6 人,其中 1 人挖坑,2 人植苗,2 人运苗,1 人检查。

植苗 每人每天可植土坨苗 22~32 株,平均 27 株,植 1 000~1 500 株苗需 50 人(包括指挥检查人员)。每人每天可植营养杯、营养袋苗 50 株,50 人可植 2 300~2 500 株。每人每天完成山杏、黄栌、五角枫、火炬树 167 株,栓皮栎直播 167 穴。栓皮栎直播扣杯 100 穴。

包装材料 蒲包可连续使用 2~3 次;营养杯可连续使用 2~3 次;塑料袋一次使用。

抚育管理 松土除草每亩用工 2 个,扒土每亩用工 0.25 个。定额汇总见表 11。

表 11 用工定额汇总表

苗木种类	定额项目	起苗量 (株/工)	装苗量 (株/工)	人均造林 (株/日)	汽车日运输		骡子日运输		覆土		抚育		整地			
					株/车	合计 (株)	株/次	合计 (株)	亩/工	次数	扒土 (工/亩)	除草 次数	工/亩	规格 (cm)	m ² /工	工/亩
2.5年生侧柏带坨苗		80	300	28	500	1 500	2	48			1	2	40×60	18	10	
2.5年生侧柏营养杯苗			1 200	50	2 000	4 000	45	180	1	1	0.25	2	40×60	18	10	
1.5年生侧柏营养杯苗			1 200	50	2 000	4 000	45	180	1	2	0.25	3	40×60	18	10	
1.5年生侧柏原生苗		3 000	30 000	167	50 000	15 000	6 000	1	2	0.25	3	2	40×60	14	10	
阔叶树苗木				167	75 000	75 000	2 200	8 000	0.3	1	0.25	3	2	40×60	18	10

运用上述造林技术系列、定额管理,使示范林成活率、保存率达到并超过了林业部合同

规定的指标,见表 12。与合同规定指标(80%、75%)相比,3.5 年生移植侧柏带坨苗成活率提高 25%,保存率提高 32%;2.5 年生移植侧柏带坨苗成活率提高 23%,保存率提高 31%;1.5 年生营养杯苗成活率提高 25%,保存率提高 31%;2.5 年生营养杯苗成活率提高 25%,保存率提高 31%;山杏成活率提高 11%;栓皮栎直播、黄栌植苗都超过林业部规定指标。

侧柏作为常绿水土保持林、风景林在干旱阳坡的华北石质山区取得了技术上决定性的突破。

表 12 成活率、保存率统计表

树 种	成活率(%)	保存率(%)
3.5 年生侧柏带坨苗	99.6	99.1
2.5 年生侧柏带坨苗	98.0	98.0
2.5 年生侧柏营养杯苗	100.0	97.7
1.5 年生侧柏营养杯苗	100.0	98.3
山杏苗	89.0	
黄栌苗		92.2
栓皮栎直播	95.0	92.7
栓皮栎直播扣杯	81.3	

4.5 成本核算及效益评估

1 000 亩示范林得到生产部门认可已推广 1 667ha。造林成本与 1.5 年生原生苗 12 个项目比较(按不变价格计算),结果如下。

4.5.1 12 个项目计算方法(以亩为单位)

- 苗木费 按商品苗计算;
- 起苗装卸费 按用工投资算;
- 汽车运输费 按日运输费算;
- 包装费 按包装购买单价,使用次数算;
- 牲口运费 按头数投资算;
- 植苗用工费 按用工算;
- 保墒覆土费 按用工算;
- 抚育费 按用工算;
- 扒土费 按用工算;
- 工具费 按使用不同工具数量算;
- 整地费 按 m 投资算;
- 重复整地费 主要用于原生苗第二次整地用。以 m 投资算。

4.5.2 计算结果(以 1.5 年生原生侧柏苗为对照)

以保存率 100% 计算不同苗木种类单株造价,结果见表 13。

表 13 单株比价表

苗木种类	保存率 (%)	单株造价 (%)	与对照比 (%)	与对照升降比(元)	备注
2.5年生侧柏带坨苗	100	1.79	214.5	+114.5	+为升高 -为降低
2.5年生侧柏营养杯苗	100	1.19	143.4	+43.4	
1.5年生侧柏营养杯苗	100	1.40	168.7	+68.7	
山杏、黄栌截干苗	100	0.52	62.7	-37.3	
1.5年生侧柏原生苗(对照)	100	0.83	100.0	0	
合计				+189.3	
平均				+47.3	

从表 13 中可以看出,按各类苗木保存率 100% 计算,除山杏、黄栌阔叶树低于对照外,侧柏苗都高于对照。以 2.5 年生移植带坨苗为最高,高于对照 114.5%。单株造价为 1.79 元,而对照原生苗为 0.83 元。

“七五”期间造林保存率在 90% 以上,而对照 1.5 年生原生苗只有 30%,按实际保存率计算,苗木单株成本造价见表 14。

表 14 实际保存单株比价表

苗木种类	保存率 (%)	单株造价 (元)	与对照比 (%)	与对照升降比(%)	备注
2.5年生侧柏带坨苗	98.0	1.82	64.5	-35.5	-为降低
2.5年生侧柏营养杯苗	98.0	1.22	43.2	-56.8	
1.5年生侧柏营养杯苗	97.7	1.44	51.1	-48.9	
山杏、黄栌截干苗	92.2	0.57	20.2	-79.8	
1.5年生侧柏原生苗	30.0	2.77	100.0	0	
合计				-221.0	
平均				-55.25	

从表 14 可以看出,保存单株价格平均比对照降低 55.25%。

原生苗保存率为 30%,要达到保存率 80% 以上,需要 5 年时间,等于重新造林 1.8 亩(需进行 2 次整地和增加 3 次以上抚育)。把重造苗木成本计入侧柏单株造林成本费内,则每株单价为 4.17 元。以该成本与各类苗木单价比较见表 15。

表 15 补植后保存单株比价表

苗木种类	保存率 (%)	单株造价 (元)	与对照造价比(%)	与对照造价升降比(%)	侧柏苗木与对照升降比(%)	备注
2.5年生侧柏带坨苗	98.0	1.82	43.6	-66.4	-66.4	-为降低
2.5年生侧柏营养杯苗	98.0	1.22	29.3	-70.7	-70.7	
1.5年生侧柏营养杯苗	97.7	1.44	34.5	-65.5	-65.5	
山杏、黄栌截干苗	92.2	0.57	13.7	-86.3		
1.5年生侧柏原生苗	80.0	4.17	100.0	0	0	
合计				-228.9	-206.6	
平均				-72.2	-67.5	

从表 15 可以看出,带土坨侧柏苗单株造价比原生苗造价可降低 67.5%。

由此可见,我们选择的造林技术与苗木选择标准具有示范和推广价值。

4.5.3 效率评估

生长效益 从表 9 中可以看出移植带坨苗造林 4 年后高生长比对照造林 5 年后高 3.1 倍,造林 3 年后比对照高 1.4~2.1 倍;营养杯苗也比对照高度提高 35%,平均高生长大 1 倍。侧柏带土造林生长效益显著。

水土保持效益 由于带土造林成活率高、保存率高、冠幅大,可提前形成人工一天然植被。另外,从带土苗造林后 2 年根系调查中看出,根系长达 1.36m,并主要分布在 30cm 土层内,因此具有早期固土作用。

绿化效益 由于带土苗成活率、保存率都高于 95% 以上,且生长快、冠幅大,因此比原生苗造林可提前 5~8 年达到郁闭,当年造林当年见效。绿化效果显著。

经济效益 从造林直接成本看,带土苗比原生苗降低 67.5%,可为国家节约大量造林资金。

综上所述,华北石质山区造林采用侧柏带土苗,特别是采取 2.5 年生~3.5 年生移植带土坨苗造林,前途是光明的,尤其对提高北京郊区绿化美化效果,其意义更加重大。

5 技术特点

营造水土保持林的目的,是把极度退化的植被及逆向演替过程,转化为良性演替并加速植被重建工作;制止严重的水土资源流失,改变已恶化的生态环境,减免威胁人民生命财产安全的生态性灾害。要达到上述目的,其技术难度是不言而喻的。因此,以高标准要求进行施工。其技术特点如下。

5.1 整地

整地要符合有效地拦截坡面径流及林木生长对水分养分的需要。整地规格要切实根据坡面暴雨径流系数及土壤入渗特点进行精心计算与设计;根据不同树种生物学特性,以促进幼树生长为目的,分别提出不同整地规格与标准。如侧柏是浅根性树种,侧根与须根十分发达,集中分布在 30cm 深度。因此整地深度在 40cm 即可。整地宽度则可适当大些,以利造林初期根系生长并促进幼树高生长。对深根性树种则适当加大整地深度。整地是人为创造有利于林木生长微区环境条件的重要手段。同时又是形成“整地工程”与“生物工程”相结合,防止水土流失的有效体系。两者配合,即可在短期内达到防止水土流失的目的。改变人们长期以来认为造林对防止水土流失是“远水不解近渴”的错误认识。

5.2 加快林木生长速度,造林要成林

我国解放以来,长期存在造林“三低”问题,即成活率、保存率、生长率低。对此,人们习惯上称为“造林不见林”。这从某种意义上也反映了人们对加速荒山绿化的迫切心情。为加快林木生长速度和成林步伐,我们营造侧柏林时采取如下两项技术措施:第一,采用大苗。2.5 年生移植苗高度约 50~80cm,3.5 年生移植苗 80~100cm。这种苗木栽植后即相当或高于周围灌草丛。侧柏在苗圃水肥条件好的条件下多生长 1 年,相当于荒山上 2 年的生长量,增加了高度。第二,通过苗圃换床增加侧柏须根量(平均 1 225 条),起苗时带 8kg 大土坨。这不仅保留了根系的完整,而且带上山的土坨既肥沃又保持了 19% 的水分,避免造林后的“假死期”和“缓苗期”,栽上后继续生长,平均年高生长量为 27cm。尤其是根系,成几何级数向外扩展。栽植时根冠幅 36cm,1 年后 72cm,2 年后 136cm。3.5 年生移植苗造林 3 年后平均高度

177cm, 2.5年生移植苗3年高133cm, 与原生裸根苗相比, 高度增加2倍多。据此到西山林场对50年代侧柏解析木调查, 背风生长的侧柏, 9年高1.47m, 迎风坡1.04m。可见移植(带土坨)大苗造林完全改变了过去侧柏造林后生长缓慢的状况。

5.3 疏林结构

疏林结构是在干瘠立地条件下合乎自然规律增加林木生长量和水土保持效果的林分结构。按植被演替规律, 干草原灌草丛植被可进一步向疏林灌丛植被演替。提出疏林结构正是促进植被依序向“良性”演替的积极步骤。疏林结构可以有效地扩大阳光、水分和养分吸收空间, 促进林木正常快速生长。疏林结构的提出是对40余年来我国高密度(6660株/ha)“用材林造林模式”的突破。

5.4 充分利用天然灌草丛植被

过去造混交林, 全是人工植被类型, 对现有天然植被视而不见, 这是水土保持林营造中的一个失误。其实, 天然灌草丛是自然选择的结果, 具有很好的适应能力与稳定性, 以及改良土壤、保持水土等作用, 巧妙地把人工植被(乔木)与天然灌草丛植被结合起来, 形成人工—天然复合植被类型。使营造的单层疏林结构变成复层结构, 发挥植物种间的互利作用。既利用乔木的庇阴作用促使“早生”植被向“中生”植被演替, 又利用天然植被的大量枯枝落叶的分解物改善林木生长的营养条件。在加速植被向良性演替进程的同时, 又增强植被的生态效益。这是生态环境由恶性循环向良性循环的重大转变。

5.5 形成科学实用的造林技术系列

任何营造水土保持林的理论或设想, 都要靠科学实用的技术来实现。实践证明, 在自然条件严酷的干瘠立地造林, 仅靠单项技术是不行的。要有从育苗、起苗直到造林、前期抚育管理等一整套技术及切实的技术管理措施才行。大面积示范林的营造技术和推广应用充分说明了这一点。

6 结论

(1)营造水土保持林要有一套科学实用的系列化技术, 变过去造林中的“三低”为“三高”。从习惯上去掉所谓“成活率”、“保存率”项目。像国外先进国家那样只统计“造林面积”, 而不必再计算“保存面积”, 使我国造林事业跻身于世界先进行列。

(2)造林, 尤其是营造水土保持林, 不可盲目用高密度“用材林模式”, 在立地条件差的水土流失区, 采用疏林结构更科学合理。

(3)营造水土保持林可视为人工重建植被工作。建设人工—天然复合植被类型, 费省效宏, 对促进植被由“逆性”向“良性”演替进程有利。

(4)针叶树大苗带土雨季造林, 是加速荒山绿化, 尤其是城镇周围大环境绿化的重要技术措施。建议北京郊区大力推广此项技术。