

目 录

前言	(iii)
第一章 牧草在水土保持中的效益	(1)
一、蓄水保土, 减免侵蚀	(1)
二、改土肥田, 增产粮食	(18)
三、提供“三料”, 发展农牧业	(29)
四、综合利用、多种经营	(41)
第二章 牧草的一般栽培技术	(42)
一、生境条件和草种选择	(42)
二、草种繁殖	(44)
三、牧草的一般栽培技术	(46)
四、草场的管理、利用和改良	(59)
五、草田轮作	(62)
第三章 豆科牧草的栽培技术	(74)
一、豆科牧草总论	(74)
二、豆科牧草各论	(76)
(一) 苜蓿	(76)
(二) 草木樨	(82)
(三) 红三叶	(90)
(四) 白三叶	(96)
(五) 红豆草	(99)
(六) 沙打旺	(102)
(七) 春箭舌豌豆	(105)
(八) 葛藤	(109)
第四章 禾本科牧草的栽培技术	(114)

一、禾本科牧草总论.....	(114)
二、禾本科牧草各论.....	(116)
(一) 芦苇	(116)
(二) 黑麦草	(118)
(三) 鸡脚草	(123)
(四) 鹅观草	(126)
(五) 羊状羊茅	(129)
(六) 无芒雀麦	(131)
(七) 苏丹草	(134)
(八) 藜草	(140)
(九) 羊草	(141)
(十) 老芒麦	(145)
(十一) 狗牙根	(147)
(十二) 狼尾草	(149)

第一章 牧草在水土保持中的效益

种植牧草是一项见效迅速、成效显著的水土保持措施，与造林一起，通称为“生物措施”或“植物措施”，是水土保持的基本措施之一。种植牧草除了保持水土以外，还可以改良土壤，为发展畜牧业和水产业提供丰富的优质饲料，在西北地区大力开展种草，要求提供“三料”（饲料、肥料、燃料），进行综合利用，开展多种经营，达到以草保土、以草促牧、以草促农、以草促鱼、以草促副，农、林、牧、副、渔全面发展的目的。

一、蓄水保土，减免侵蚀

一）牧草蓄水保土的机制，在荒坡、荒沟、荒滩、荒沙以及弃耕地、休闲地上，大量种植一、二年生或多年生牧草，可以迅速形成被覆，铺盖地面、蓄水保土、防风固沙、减免径流冲刷和土壤侵蚀。为什么牧草植被会有生种效能呢？这是因为牧草生长迅速，茎叶繁茂，可以遮挡降雨，避免暴雨直接打击地面，株丛密集，加大地面粗糙率，阻缓径流，拦截泥沙。牧草根系发达，纵横交织，形成紧密的根网，可以疏松土壤，增加土壤的孔隙度，加大渗透，并固持土壤，抵抗侵蚀。同时牧草遗留在地下的残根和地面的枯茎败叶，给土壤带来丰富的有机质。这些有机质，经过分解，形成腐殖质，使土壤团粒显著增加，既改善了土壤的理化性

状，也大大增强了土壤本身防止侵蚀的能力，据试验测定，在西北地区生长一年的草木栖地，土壤水稳性团粒，较豆科作物地增加26.6%，生长两年的，较一般农地增加两倍多；生长三年的紫苜蓿地，土壤水稳性团粒较一般农地增加4.6倍，由于团粒增多，因而土壤容重减小，孔隙度增大，透水性和蓄水力大大增强。据原山西省水土保持科学研究所测定，草木栖地较一般农地容量平均减小4.5%，孔隙度增大3.3%（表1—1），入渗量和入渗率增加51%，且后者增加比值开始较大，以后逐渐减小（表1—2）。这样，渗透的雨水增多，渗透的速率加快，地表径流就减少，径流对土壤的侵蚀也随之减小。而且，由于茎叶繁茂，株丛密集、低矮，能够形成紧贴地面，覆盖严实的草层，抗风力较强，对防风固沙有良好作用。据试验测定，28°草木栖陡坡地比一般农地减少径流47%、减少冲刷60%；20°紫苜蓿坡地较2°坡耕地减少径流88.4%，减少冲刷97.4%，较9°荒坡地减少径流58.1%、减少冲刷95.6%。根据天水、西峰、离山、绥德等水土保持站的多年观测，牧草植被较农、荒地减少径流37.5%，减少冲刷47.2%（表1—3）。

表1—1 草木栖（生长两年）地与谷子地土壤容重、孔隙度比较

类 别	项 目		容 重 (g/cm ³)				孔 隙 度 (%)			
	层 次 (cm)									
			0~10	10~20	20~40	平均	0~10	10~20	20~40	平均
草 木 栖 地			1.09	1.15	1.19	1.16	58.7	56.7	54.9	56.3
谷 子 地			1.14	1.19	1.25	1.21	56.9	54.9	53.0	54.5
上较下增、减%			-4.4	-3.4	-4.8	-4.5	3.2	3.3	3.6	3.3

表1—2 草木栖地与豆荳谷子地土壤入渗情况比较

类 别	时 间 (分)	入渗量 (mm)	入 渗 率 (毫米/每分钟)			
			0~10	10~30	30~60	0~60
草 木 栖 地		165	7.75	2.12	1.41	2.75
豆 荳 谷 子 地		109	4.40	1.60	1.10	1.83
上较下增加%		51	76	33	28	51

二) 牧草植被蓄水保土的特点: 与森林相比, 牧草植被在保持水土方面具有以下几个特点:

第一, 牧草生长迅速, 见效快, 一般播种后, 当年或第二年即可获蓄水保土之功效, 在水土流失最严重的雨季, 生长尤速, 作用最大; 林木则生长较慢, 见效较迟, 一般栽植后至少三五年方可奏效。

第二, 牧草植被较林木种植密度大, 植株稠密。牧草播种密度每亩可达5万—50万株, 每平方米可有100—800株苗; 林木栽植密度, 乔木每亩约200—300株, 灌木每亩1000株左右。因此, 牧草种植以后, 其间土面裸露面积小, 初期效益较大; 林木间土面裸露面积大, 初期效益较小。

第三, 林木水平根系分布, 灌木在6—10厘米以下, 乔木在10—22厘米以下(表1—4); 牧草的根系一般自地表以下即有分布, 且集中分布于土壤表层。一般豆科70—80%分布于0—30厘米的土层内, 禾本科50—60%分布于0—20厘米的土层内(表1—5, 图1—1、2、3)。

表1—3 草被水土保持效益

站名	年份	人工草地 (或自然草地)		农地 (或牧荒地)		效益 (%)		备注
		径流量 立方米/ 公顷	冲刷量 吨/公顷	径流量 立方米/ 公顷	冲刷量 吨/公顷	径流	冲刷	
天水	1954—1956	125.80	11.04	144.31	26.18	12.8	57.8	苜蓿+高牛尾草
西峰	1955—1957	39.65	0.35	103.02	26.97	61.5	98.7	白 然 草 地
高山	1957	153.60	24.30	175.20	29.50	12.3	15.9	苜蓿、草木栖、苏丹草。 平均对照区为牧荒地。
绥德	1958—1964	151.65	36.28	238.29	61.67	36.4	41.2	苜蓿7年，草木栖1年 平均。
澄城	1959—1961	159.10	0.65	252.45	2.70	37.0	75.9	苜 蓿
彬县	1960—1963	2.88	0.30	104.10	1.72	97.2	82.6	毛 苕 子
平均	1954—1964	119.30	19.49	190.76	36.90	37.5	47.2	

表1—4 乔灌木树种水平根系分布深度

项 目	树 种	乔 木				灌 木		
		白 榆	小叶杨	河 北 杨	青 杨	箭杆杨	旱 柳	紫穗槐
水平根系		10—16 (第一层)	15—32	15—30 (一般水平根)	20—70	20—70	22—88	6—30
分布深(cm)		140 (第二层)		25—80 (较大水平根)				10—30
立地条件		冲积滩地细砂土	砂 地	砂 土	冲积土	土渠旁	沟 坡	黄 土
造林苗木		实 生	实 生				插 穗	实 生

表1—5 保土牧草根群集中分布深度

科 别	种 名	根群集中分布深度 (cm)	占根系总重量的 %	生长年份
豆 科	紫 花 苜 蓿	0—30	38.4	2
	白 花 草 木 栖	0—20	85.8	2
	黄 花 草 木 栖	0—30	87.6	1
	黄 花 草 木 栖	0—30	64.3	2
	沙 打 旺	0—30	87.5	1
	红 三 叶	0—45	89.1	2
	苕 子	0—20	58.4	
	田 菁	0—15	71.9	1
	平 均	0—30	72.9	
禾 本 科	苏 丹 草	0—25	60—70	
	油 莎 草 (莎草科)	0—20		
	羊 草	0—20		
	鹅 观 草	0—20	50.1	
	鸡 脚 草	0—20	41.9	
	无 芒 雀 麦	0—30		
	偃 麦 草	0—20	51.6	
	猫 尾 草	0—10	79.0	
	平 均	0—20	57.7	

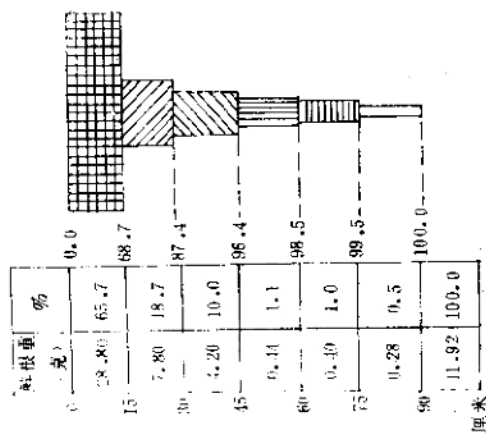
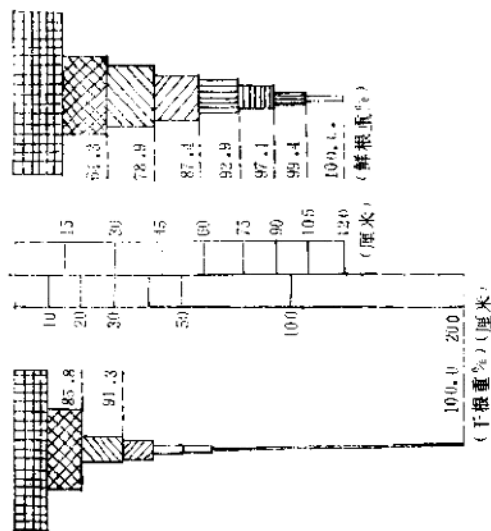


图1-1 草木栖 (生长两年) 根层模式图
(根群倒宝塔)



(甲) 白花草木栖

(乙) 黄花草木栖

图1-2 沙打旺 (生长第一年) 根层模式图
(根群倒宝塔)

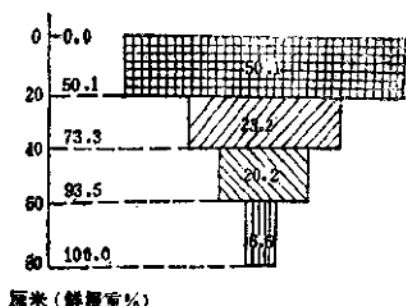


图1-3 鹅观草根层模式图
(根群倒宝塔)

生长两年的灌木二色胡枝子，在15厘米以上土层内，根群重量只占根系总重量的十分之一，而生长两年的紫苜蓿占四分之一，生长两年的黄花草木樨则占二分之一。因而，乔灌木对于10—20厘米以上表土的侵蚀——面蚀、细沟侵蚀及较浅的浅沟侵蚀，在枯枝落叶层未形成之前（在西北地区“三料”缺乏，枯枝落叶多被扫尽，很难成“层”），则往往无能为力，而草本除密集于土壤表层的根系以外，再加上由茂密的茎叶、株丛组成的紧贴地面的覆盖物，构成了一层坚固的“保土草皮”，可以有效地防止肥沃的表层土壤被侵蚀，即较浅的浅沟以前的侵蚀。而防止浅沟以前的侵蚀（面蚀、细沟侵蚀）乃是防治水土流失的关键和出发点。

但是，由于草本植物根系集中分布浅，因此，不能抵抗大径流的冲击，防止较深的浅沟侵蚀和沟侵蚀，更不能制止崩塌和滑坡的发生，这一点，木本植物则恰恰可以大显身手，表现出其特殊的重要作用。林木的根系粗壮深长（如3—4年生长的柠条，主根深达4米，根幅在3米以上，10年生长以上的乔木，主根一般粗4—5厘米，侧根一般粗2—3厘

米，最长达8米以上），能够有效地防止较深的浅沟侵蚀和切沟侵蚀，并在一定程度上能制止崩塌和滑坡产生，这一点则是草本植物所不及的，特别是树木郁闭成林，枯枝落叶层形成以后，其水土保持效益非常显著，而且其作用是多方面的。从长期效益来看，草木植被不及森林（表1—6）。根据甘肃天水水土保持试验站1954—1956年对比观测，农、牧、林小区拦蓄径流和泥沙的效益比分别为1：1.2：1.25和1：1.62：1.83（表1—7）。

表1—6 林草水土保持效益对比

类 型	坡 度	坡 长 (m)	产流 雨量 (mm)	径流量		径流 率 %	冲蚀量		径流含 泥率 (%)
				l/ha	比例		kg/ha	比例	
杨 树	23°	30	57.13	18,034	100	3.2	826	100	4.38
苜 蓿 无芒雀麦 鸡 脚 草	23°	30	57.13	211,781	1170	37.1	25750	3110	10.80

注：l/ha表示升/公顷，kg/ha表示公斤/公顷。

由此可见，只造林不种草，初期不能很好地起到拦蓄径流，减免侵蚀的作用。而只种草不造林，长期效益不够显著，不能彻底控制水土流失，根本改变农业生产的基本条件。只有将二者结合起来，才能上下结合，相互补充，更好地保持水土（表1—8），改造自然，促进农、林、牧、副的全面发展。

表1-7 农牧林小区拦蓄径流泥沙效益比较

类 型	坡 度	坡 长 (m)	覆盖度或 郁闭度 (%)	产流 雨量 (mm)	年 径 流 量		径 流 率 (%)	年冲蚀量		径流含 泥 率 (%)	拦蓄效益比 径流 泥沙
					l/ha	比例		kg/ha	比例		
农 地	27°	2	75—86	184.4	136828	100	4.61	24790	100	11.08	1
牧 地	27°	2	80—95	111.9	120828	88	9.87	9411	38	6.16	1.12 1.62
林 地	29.5°	2	75—85	160.8	103091	75	3.01	4351	17	1.61	1.25 1.83

注：年平均降雨量559.2毫米。

表1-8 造林种草与单纯造林水土保持效益比较

类 型	项 目	坡 度	坡 长 (m)	郁闭 或 覆盖 度 (%)	降 雨 量 (mm)	径流系数		冲刷量		减少 径流 泥沙 效益 比
						%	比较	l/ha	比较	
	二龄刺槐林地 (未间作草本植物)	35°	20	20	56	58.3	100	156.6	100	1
	二龄刺槐林地 (间作草木樨)	34°	20	20	56	31.0	53	83.4	53	1.47

注：观测时间：1956年8月8日。地点：陕西绥德县辛店沟。

三) 影响牧草植被蓄水保土效益的因素：牧草植被减少地表径流和土壤侵蚀的效益与草种、覆盖度、土壤性状、收割期以及是否配合防冲措施，配合何种防冲措施等因素有关。

1. 草种：草种不同，其保持水土的效益和特点也不同，据甘肃天水水土保持试验站测定，草木樨生长第一年可减少径流80%、减少泥沙64%，而种毛叶苕子，径流和泥沙的减少量分别为71%和55%。这是因为不同的草种，具有不同的生物学特征和特性。如生育期长短不一，因而蓄水保土的时间不等；不同物候期的生长情况不同，其覆盖度不同；根系状况有别，因而其固持土壤的作用互异；改良土壤的能力不一样，其透水蓄水性能和抗蚀力也不一样等等，这是影响草被蓄水保土效益的依据。

保土草本植物主要包括豆科和禾本科两大类群，它们之间在水土保持方面有以下几个重要区别。

(1) 豆科类群生育期较长，一般北方为130—150天，南方为210—300天，因而其发挥蓄水保土效益的时间较长，

一般北方约4个月，南方约7—8个月；禾本科类群生育期较短，一般北方为100—120天，南方200—250天。因而其发挥蓄水保土效益的时间也较短，一般北方为3个月左右，南方为6—7个月左右。在北方地区以草木栖和羊草为例，草木栖属豆科，北方一般五月初播种，九月底成熟，生长旺盛期在6—8月，九月已成熟，生长停滞，但草的产量很高，覆盖度也很大，故保持水土的作用并未减退，因此在整个雨季（西北黄土地区雨季为6—9月，降雨量占全年70—80%以上）都能充分发挥其蓄水保土的效益。羊草属禾本科，一般北方为4月中旬播种，7月中下旬成熟，生长旺盛期在5—6月，发挥蓄水保土效益的时间较短，特别是在雨季更短，只占了一个多月（如在7月中旬播种，则在雨季发挥作用的时间可增加至2个多月，但仍比草木栖为短）。

（2）豆科类群根系属直根系，主根深长，一般为1—3米，长者4—5米以上，因而其固土深度较大；禾本科根系属须根系，入土较浅，一般仅0.2—1.0米，深者不过1—2米，因而其固土深度较小。

（3）豆科类群根部着生大量根瘤，有固氮作用，能增加土壤中的氮素；根系深长，能从土壤深层吸收钙，并将其带到表层，与腐殖质结合，构成水稳性团粒。因此，其改良土壤的能力较高，土壤本身的透水、蓄水性较强，抗蚀力较大。禾本科类群不具根瘤，无固氮作用，虽亦能恢复土壤团粒结构，但这种团粒并非水稳性团粒。因此，其改造土壤的能力较低，土壤本身的透水、蓄水性较弱，抗蚀力较小。

（4）豆科类群分枝较少，一般为10—20个，不能形成紧密的草皮，故其对土壤的庇护作用较小。禾本科类群分蘖力强，一般为20—40个（表1—9），成丛分布，丛间多有

联系；须根十分发达，并多有地下根茎，可以形成盘根错节、纵横交织的坚固草皮、根（茎）网，对表层土壤（0—20厘米）的护持作用很大。这一类群按分蘖及丛生情况，又可分为“根茎禾草”（芦苇、芭茅、羊草、油莎草、匍冰草）、“疏丛禾草”（牛尾草、鸡脚草、多年生黑麦草、西伯利亚冰草等）、密丛禾草（鹅观草、苏丹草、披碱草、小麦草、宽穗冰草等）和根茎疏丛禾草（无芒雀麦、偃麦草、老芒麦、猫尾草、草地早熟禾、红牛尾草）等类型。根茎禾草的根

表1—9 豆科与禾本科保土牧草分枝及分蘖比较（个/株）

豆 科			禾 本 科		
种 名	分 枝 数		种 名	分 蘖 数	
	一 般	最 多		一 般	最 多
紫花苜蓿	10—25	40—100	苏 丹 草	15—25	40—100
直黄苜蓿	26	31	油 莎 草	40—60	100
白花草木樨	8—16	30—100	鹅 观 草	14	
沙 打 旺	10—20		冰 草	25—55	
毛 苕 子	20—30	70	垂穗披碱草	22—46	
苕 子	5—10		无芒雀麦	10—25	
野 豌豆	2—8	16	老 芒 麦	20—44	
红 豆 草	10—15	30—150	野黑麦草	40—70	130
春箭舌豌豆	9—15		猫 尾 草	10—15	280
红 三 叶	15		鸡 脚 草	26	100
平 均	12—18		平 均	22—38	

茎（地下茎）由地上枝的分蘖节发出的芽形成，与地上枝成直角方向向四周生长，通常距地表5—20厘米。根茎上具有节间，从节上的芽及根茎的顶端产生直立的地上枝，由根茎产生的地上枝的下部分蘖节又能产生横走的根茎及不定根。下一级的根茎又以同样的方式产生地上枝。因此，这类禾草的地上枝彼此不靠近，有一定间隔，不能形成紧密草皮，株丛护土能力低；其根和根茎可形成疏松的生草土，渗蓄性较强，但抗蚀力较弱，放牧过度会引起土壤侵蚀。疏丛禾草的分蘖节处于不深的土层下（1—5厘米），侧枝与主枝成锐角发生，发育完全的侧枝又能形成新的侧枝，各级侧枝且能形成自己的根系，因而不仅可以形成比较紧密的草皮，也可以形成比较坚实的生草土，其株丛的护土能力和土壤的抗蚀力都比较强，但土壤的渗蓄性较差。密丛禾草的分蘖节处于土壤表面或接近于地表（1—2厘米），枝条节间很短，由分蘖节产生的侧枝彼此紧贴，和母枝平行向上生长，可形成紧密的草皮。由于地上枝和根系的大量积累，能形成坚实的生草土，因而其株丛的护土能力和土壤的抗蚀能力都强，但土壤的渗蓄性差。疏丛禾草和密丛禾草，合称“丛生禾草”，虽可以形成草皮，但丛间缺少联系，故草皮不结实，容易破坏。根茎疏丛禾草兼具根茎禾草与疏丛禾草两种分蘖特性，植株本身为疏状分蘖，但丛与丛之间有短根茎相联系。这类禾草具有稠密的根系和根茎，能形成富有弹性的生草土，土壤团粒结构不易破坏，抗蚀性很强，同时渗蓄性也强，不仅是理想的放牧草群，亦能构成理想的保土草被。

（5）豆科类群耐寒、耐旱、耐瘠薄的能力，即抗逆性虽然也较强，但总的来看不及禾本科类群。

此外，豆科类群绿色体含蛋白质、氮素较高，不仅是很好的饲料，也多是优良绿肥；禾本科类群绿色体含蛋白质、氮素较低，大多为饲料，作绿肥利用较少。

综上所述，可以看出，豆科和禾本科两大类群各有其不同的特点。因此，在种植保土牧草时，应将二者结合起来，有选择地采取豆科与丛生或根茎疏丛禾本科牧草混播（主要是混种条播）或间播（主要是隔行条播）。如紫苜蓿（或红豆草、红三叶、白三叶等）与无芒雀麦（或披碱草、鸡脚草、多年生黑麦草、苇状羊茅、鹅观草等），毛苕子（或红三叶）与苏丹草（或黑麦草）混播或间播等，以取长补短，相得益彰，好处很多。首先，可以增强抵抗不利条件的能力，并且豆科牧草能固氮改土，增加土壤中的氮素，因此可以提高牧草产量和质量。如毛苕子与苏丹草密行混播，毛苕子鲜草产量可提高50—100%，苏丹草鲜草蛋白质数量可增加80%以上。其次，改良土壤能力增强。据试验，棉田苜蓿单播增加有机质29%，而与多年生禾本科牧草混播则增加61%。第三，土壤深浅不同层次中均有大量根系分布，可以更好地固持网络土壤，增强土壤对径流的抗蚀力，并且生育阶段长短不齐、前后不一的两类群牧草混播以后，可以以短补长，前后衔接，有消有长，有起有落，使整个雨季都有繁盛的牧草生长，等于延长了草被蓄水保土作用的时间，并增强其阻流拦泥的能力，从而可以大大减免地表径流和土壤侵蚀。如红三叶与猫尾草混播比红三叶草单播减少径流15.5%，减少冲刷31.9%。

2. 覆盖度：覆盖度是影响牧草植被蓄水保土效益的重要因素。

一般说来，覆盖度愈大，水土保持效益也愈大。例如，