

内蒙古草原区风蚀灾害危险性评价及防治措施*

史培军 赵焯 王静爱 金争平**

内蒙古草原区包括呼伦贝尔草原区、科尔沁草原区、锡林郭勒草原区、乌兰察布草原区、巴彦淖尔草原区及鄂尔多斯草原区,面积共计 430,890 平方公里。该研究区是我国重要的畜牧业基地,所产畜产品名列全国前茅。气候生产力和土地生产力分析表明:畜牧业增产增值潜力很大。由于研究区严重的自然灾害影响畜牧业的发展,其中,不仅风暴、雪灾、干旱等困扰着草原畜牧业生产,而且与年俱增的生态灾害对草原畜牧业影响更为突出,特别是风蚀灾害,最为明显。土壤风蚀灾害不仅严重危害草场及畜牧业生产,而且对交通、城市建设及人民生活带来许多困难。因此,对研究区风蚀灾害进行深入研究,并进行危险性评价,从而寻找减灾途径,有着重要的理论意义和实践意义。

一、影响风蚀灾害的环境因子分析

风蚀灾害是生态灾害(ecology hazard)或环境灾害(environment hazard)(非突发性灾害)的组成部分。影响风蚀灾害的环境因子主要有侵蚀性风力、植被盖度、土壤抗蚀性状及土层厚度、地貌结构、人类开发利用方式和程度。本研究拟用下列参数定量(或半定量)地表征了这些环境因子对风蚀过程的影响:①风力侵蚀力指数 Te (即特定地表面上一年内起沙风持续的时间)表示侵蚀性风力;②植被覆盖度 $F(\%)$ 表示植被状况;③土壤机械组成和土壤层厚度 H 分别表示土壤抗蚀力及风蚀过程所作用的土壤体;④应用地貌图和土地利用图的制图单元分别表征各种类型的地貌形态及土地利用方式和利用程度。

1. 风力侵蚀力指数 Te

风力侵蚀包括风蚀和风积两个过程,它是风力与地表(面)物质相互作用的气—固—两相流体系统的动态过程,而且风蚀灾害主要发生在松散沉积物分布地区。

冬春季在蒙古高压控制之下,研究区冷气团侵袭频繁,寒潮大风次数多,尤其春季平均 3—5 天就有一次大风过境,其中在呼伦贝尔草原西部、锡林郭勒、乌兰察布及鄂尔多斯草原西部风速较大,年平均风速超过 4 米/秒,不少地区还超过 5 米/秒。根据我们在大有沟地区进行的实地观测结果表明,在一般情况下起沙风速为 7.0—8.0 米/秒之间^[1],这里以起沙风速 7.0 米/秒为标准估测,在大青沟地区风力侵蚀力指数 Te 为 76 小时以上;在研究区中部地区 Te 为 90 小时以上;在研究区中西部沙区 Te 为 240—360 小时;在研究区西南部沙区 Te 为 160—240 小时。由此可见,侵蚀性风力在大兴安岭、阴山山体西北侧的广阔草原、荒漠草原区由东向西增强,在西辽河流域、鄂尔多斯高原区侵蚀性风力也较强。

2 植被类型及土地利用现状

植被是控制风蚀灾害的主要因子之一,植被一是通过增加气—固界面粗糙度而减少侵蚀性风力,二是通过改变土壤水分状况,促使表层土壤稳固性结构体的形成而增加土壤抗蚀力,最终达到减轻风蚀灾害过程的目的。研究区包括干草原和荒漠草原两个亚带,其中呼伦贝尔草原及锡林郭勒东部草原区是以羊草、大针茅、克氏针茅为优势种群的高草草原,其特征是草群比较繁茂,植被覆盖度在 45—60%。在土地利用上以牧业为主,并有一定程度的过牧;锡林郭勒西部草原区、乌兰察布草原区是以戈壁针茅为主的草原,草群较稀,

* 此项研究是霍英东教育基金会资助项目。

** 工作单位为内蒙古自治区水利科学研究所

盖度一般在 20—35% 之间, 在利用上以牧业为主, 并且草场超载较为严重; 在乌兰察布南部及鄂尔多斯东部草原区是以本氏针茅、百里香为优势种群的草原, 这里草群更为稀疏, 植被覆盖度在 15—25% 之间, 在利用上以牧业为主, 旱耕地交错分布, 草场超载、土地开垦过度极为普遍; 鄂尔多斯西部及巴彦淖尔草原区, 是以小针茅和小半灌木组成的矮草原。卓群低矮稀疏, 盖度在 10—25% 之间, 利用上以放牧山羊和骆驼为主。

连片分布的大面积沙地的出现是内蒙古草原区的景观特征之一, 草原区的沙地以固定沙地和半固定沙地为主, 多以蒿属沙生半灌木为建群植物。植被盖度受人为影响变化较大, 固定沙地植被盖度一般在 50% 以上, 半固定沙地在 25—50% 之间, 半流动沙地在 5—25% 之间, 流动沙地小于 5%。在利用上以放牧(冬季牧场)为主, 仅在部分沙区低湿滩地辟为农田。

土地利用方式及其强度也是影响风蚀灾害的重要因子之一。研究区土地利用方式以牧业为主, 局部地区有旱耕地, 过度地开垦导致地表裸露和土层松散, 而过度放牧。导致秋后草场植被盖度降低, 表土因牲畜过频践踏而松散, 使易蚀性增强, 而且此时正是强风盛行时期, 结果增大土壤风蚀量。

3. 土被及其抗蚀力

风蚀灾害的直接对象是土壤个体(polypedon), 因此, 土被结构单元(土壤地貌单元)及土壤性状是影响风蚀灾害的重要因子, 它们通过多种方式改变土壤抗蚀力来实现对风蚀灾害的增减作用。土壤层厚度影响风蚀灾害的抗蚀年限, 土层厚度愈大, 抗蚀年限愈长; 土壤机械组成一方面反映被蚀体——土壤表层物质的粗细状况, 因为在相似条件下, 土壤粒径大小与风蚀速率有相关关系, 另一方面土壤机械组成和有机质含量与表土层稳固性结构体的多少相关, 从而与土壤抗蚀力相关。土被结构单元即与气候地貌单元相联系的土壤群体, 其类型及其部位与风向的配合对风蚀灾害性质及强度有明显影响, 据实地观测, 一般在迎风坡的中上部以风力浸蚀为主, 背风坡则以风积为主。

研究区广泛分布有栗钙土、棕钙土, 其中呼伦贝尔草原区以层状覆沙高平原栗钙土、暗栗钙土、波状高平原栗钙土及起伏沙地风沙土单元为主; 锡林郭勒草原广泛分布有覆沙低丘陵暗栗钙土、波状高平原栗钙土、低山丘陵栗钙土、丘陵淡栗钙土、层状覆沙高平原淡栗钙土单元为主; 乌兰察布草原区交错分布有: 低山丘陵栗钙土、山地暗栗钙土、层状覆沙高平原淡栗钙土单元, 及平原草甸土单元为主; 巴彦淖尔草原则分布有山地栗钙土、波状高平原淡栗钙土、层状覆沙高平原棕钙土及淡棕钙土单元; 鄂尔多斯草原区则交错分布有梁原栗钙土、起伏沙地风沙土、平原草甸土, 以及层状覆沙高平原淡栗钙土、层状覆沙高平原棕钙土、层状高平原淡棕钙土等单元。

研究区土壤表层(0—20 厘米)有机质含量普遍较低, 从东部的暗栗钙土、栗钙土向西过渡到棕钙土、淡棕钙土, 有机质含量由 3.5—4.0% 依次降低到 0.5% 以下; 研究区内土壤机械组成普遍偏砂壤或砂土质, 在棕钙土带地表普遍砾质化或砾砂质化, 而在淡栗钙土亚带则以砂化为主, 东部暗栗钙土、栗钙土以轻壤、中壤质为主, 局部地区以砂土、砂壤质为主; 西部棕钙土以砂壤质、砂土质为主, 表层大于 0.25 厘米的粗砂含量一般都在 35—40% 以上, 如表 1 所示^[2]。从这些条件的分析可以看出, 半干旱、干旱草原区的波状高平原淡栗钙土、层状高平原淡栗钙土及层状(覆沙)高平原栗钙土、以及风成砂地风沙土等土被结构单元是抗蚀性最差的土被结构单元, 而西部棕钙土及淡棕钙土, 因地表砾砂质化抗蚀性较强。而在低级丘陵暗栗钙土、栗钙土及低平原草甸土, 除部分地段有风力侵蚀堆积外, 一般无风蚀现象。

二、风蚀灾害与灾情状况

1. 风蚀灾害现状与分布

研究区风蚀灾害面积(受灾面积)375288.4 平方公里, 占研究区总面积的 87.10%

(表 2), 其中轻灾面积最大, 剧烈灾害面积最小。从分布上来看, 所占各草原面积的百分比自东而西逐渐增加。严重风蚀灾害带与晚更新世以来的古风成砂带及高风力区相一致, 从而形成 5 条强风蚀灾害带^[1]。

2. 风蚀灾害灾情现状

研究区风蚀成灾面积极为广泛, 而且灾情相当严重。它不仅使人类生存环境恶化, 并

表 1 内蒙古草原区土被及环境一览表

各草原区	环境条件	土被结构单元类型	土壤腐殖层厚度(毫米)	表土层有机质含量(%)	表土中1-0.05(%)	表土中<0.001(%)	表土性状特征	面积(平方公里)	面积百分比(%)
呼伦贝尔草原	年降水量250-310毫米 Te值 60-90小时 植被盖度F 40-55%	波状高原暗栗钙土	55-60	2.46	61.8	16.2	覆沙 覆沙	2689.6	6.80
		层状高原暗栗钙土	65-60	2.78	66.9	8.9		9927.9	25.08
		起伏沙地暗栗钙土	55-65	2.96	71.9	6.9		626.1	1.58
		波状高原栗钙土	35-50	1.58	75.0	6.8		2503.2	6.33
		层状高原栗钙土	40-50	1.65	54.9	15.7		16141.3	40.78
		低平原草甸土	55-65	4.76	--	--		2350.1	5.94
		固定沙地风沙土	5-15	0.84				4841.2	12.23
		半固定沙地风沙土	5-10	0.67				499.5	1.26
		合计						39578.9	100.00
锡林郭勒草原	年降水量150-400毫米 Te值 75-150小时 植被盖度F 20-45%	山前洪积扇暗栗钙土	50-55	2.90	49.0	16.6	覆沙 (覆沙) 局部有裸沙斑 表层砾沙质化 表层砾沙质化 表层砾质化	2684.4	1.69
		波状高原暗栗钙土	55-60	3.16	71.8	6.7		2876.5	1.81
		平缓丘陵暗栗钙土	65-70	2.12	50.5	15.2		11810.5	7.43
		高平原暗栗钙土	35-60	2.29	54.3	13.4		28128.9	17.68
		台地栗钙土	50-60	2.58	51.4	10.9		4475.7	2.81
		丘陵栗钙土	40-50	2.37	68.5	8.8		9723.2	6.11
		波状高原栗钙土	40-50	1.64	76.1	6.7		1297.3	8.16
		层状高原栗钙土	45-50	1.72	66.4	7.8		19881.1	12.50
		平缓丘陵淡栗钙土	30-40	1.27	73.0	11.4		7951.3	5.00
		层状高原淡栗钙土	30-45	1.22	55.6	11.1		16258.1	10.22
		低山丘陵棕钙土	30-35	0.84	59.7	13.8		6922.3	4.35
		层状高原棕钙土	25-35	0.91	68.7	12.4		1415.9	0.89
		层状高原淡棕钙土	20-25	0.67	74.6	9.2		10677.3	6.71
		低平原草甸土	60-80	3.14				12304.0	7.74
		固定沙地风沙土	5-15	0.77				17352.0	10.91
		半固定沙地风沙土	5-10	0.63				5274.1	3.32
		合计						159032.6	100.00
乌兰察布草原	年降水量350-150毫米 Te值 90-150小时 植被盖度F 15-35%	山地暗栗钙土	40-45	3.12	46.6	17.2	部分旱耕 覆沙 砾沙质化 砾沙质化 砾质化	12070.3	18.63
		层状高原栗钙土	35-40	2.21	64.5	10.1		8049.0	12.42
		高平原栗钙土	35-45	1.95	53.6	12.7		4993.2	7.71
		层状高原淡栗钙土	30-40	1.14	77.0	7.7		12563.2	19.38
		波状高原淡栗钙土	30-35	1.06	63.2	9.3		4645.6	7.17
		层状高原棕钙土	25-30	0.81	63.0	6.4		5209.1	8.04
		波状高原棕钙土	25-30	0.78	68.3	11.1		2683.4	4.14
		层状高原淡棕钙土	20-25	0.56	78.4	8.7		12907.0	19.92
		低平原草甸土	40-60	2.86				1362.8	2.10
		固定沙地风沙土	5-15	0.87				319.7	0.49
巴彦淖尔草原	年降水量100-250毫米 Te值 300-480小时 植被盖度F 10-25%	山地丘陵淡栗钙土	30-35	0.98	64.5	8.5	砾沙质化 砾质化	1703.8	4.55
		丘陵淡栗钙土	25-30	0.93	73.8	6.4		4332.2	11.58
		中山地栗钙土	15-25	1.67	61.2	9.3		541.6	1.45
		低山丘陵棕钙土	15-20	0.72	63.7	4.9		6453.8	17.25
		层状高原淡棕钙土	15-20	0.61	77.2	7.3		15544.4	41.54
		半固定沙地风沙土	5-10	0.47				1648.9	4.41
		裸露流动风沙土	--					7193.2	19.22
		合计						37417.9*	100.00
鄂尔多斯草原	年降水量150-400毫米 Te值 150-240小时 植被盖度F 5-35%	高平原栗钙土	20-35	0.97	70.7	9.4	砾沙质化 砾质化 砾质化 砾质化 砾沙质化	496.7	0.58
		梁台地栗钙土	25-35	1.23	67.6	10.3		735.8	0.86
		梁地淡栗钙土	20-25	0.81	75.1	6.2		4854.8	5.68
		高平原淡栗钙土	20-25	0.79	65.4	11.9		17937.7	20.98
		高平原棕钙土	20-25	0.73	60.2	4.8		9956.7	11.65
		梁地棕钙土	20-30	0.82	69.7	10.6		2990.8	3.50
		波状高原棕钙土	15-25	0.64	72.5	8.0		177.3	0.21
		波状高原淡棕钙土	10-25	0.57	75.5	6.5		2405.3	2.81
		合计							

合计	层状高原淡棕钙土	10-20	0.48	68.4	9.4		3810.7	4.46
	低平原草甸土	50-55	2.91				10469.2	12.25
	固定沙地风沙土	5-15	0.72				765.6	0.89
	半固定沙地风沙土	5-10	0.49				20778.4	24.31
	裸露流动风沙土	--	--				10106.8	11.83
							85485.8	100.00
总计							386318.5	

*注：巴彦淖尔草原区的粗骨土、石质土面积不包括在内

直接危害当地牧农业生产及工矿、交通和城镇建设。总起来说，风蚀灾情主要表现在以下几个方面：

(1) 土地生产力衰减与土地资源丧失

表2 内蒙古草原区风蚀灾害各级强度面积统计表（单位：平方公里）

灾害级与 E ₁ (吨/平方公里) 地区	轻 灾 1245	重 灾 3375	强 灾 6750	极强灾 13500	剧烈灾 18000	合计	占各草原区面 积 (%)
呼伦贝尔草原区	19301.4	10996.0	9700.7	118.5	--	40116.6	64.44
锡林郭勒草原区	69785.3	63345.7	25707.0	7457.6	--	166295.6	88.12
乌兰察布草原区	14673.6	18546.5	11629.7	5965.9	2967.1	53782.8	92.54
巴彦淖尔草原	18491.4	14816.8	9541.7	1904.4	1620.1	46374.4	93.88
鄂尔多斯草原	18790.7	18088.9	11189.6	10213.3	10436.7	68719.2	95.76
共计	141042.4	125793.9	67768.7	25659.7	150023.9	375288.4	87.10

注：E₁ 为平均风蚀模数，因统计原因，未包括科尔沁草原区。

由于风蚀灾害使研究区 213, 000 平方公里的草场退化，占到本区草场面积的 49. 4%，其结果使草场载畜量比非退化草场减少 30—50%。在农区，由于风蚀灾害的影响，使旱作耕地产量常年低而不稳。在鄂尔多斯准格尔地区和乌兰察布清水河地区，旱耕地产量因风蚀灾害减产平均达 25—40%，个别年份强风蚀使幼苗连根拔走，结果颗粒无收。至于由强烈风蚀地的扩大，使可资土地资源的丧失，造成的损失更难以估算。

(2) 居民地、工矿及交通遭受破坏

位于锡林郭勒草原区西北部的苏尼特左旗，因强烈的风蚀沙埋，使 500 多间房屋遭受破坏和理压，旗政府所在地被迫搬迁；在鄂尔多斯草原区，因风蚀沙害，致使公路、铁路有时不能通行。如 1967—1971 年间因风蚀沙埋，使乌达—吉兰泰线火车脱轨 4 次，直接经济损失达 23 万多元。因风沙磨蚀钢轨，使其磨损速率加快 5—10 倍。在鄂尔多斯草原区东胜市通往杭锦旗、鄂托克旗、鄂托克前旗的县级公路每年冬春季节都因风蚀沙埋遇阻，有相当长的时间不能通行，需花费数十万元和大量劳力以清理积沙或填埋风蚀坑洼，使这些公路的造价、养护费用加大，通行能力减弱。

(3) 威胁水源与污染环境

黄河在内蒙古境内的干流段（乌海—托克托），每年风力输沙量就达 3 亿多吨，以粗沙为主，为黄河粗沙的重要来源之一。使本段黄河航运受到很大影响，最严重的地段还要耗巨资清除航道内风运淤积粗沙。由于强烈的风蚀沙暴在冬春季节时有发生，不仅在城镇居民区出现飞砂走石现象，破坏各种建筑物的玻璃设备，而且大量粉尘随风飘荡，严重污染环境。据我们在 1986 年的考察，在鄂尔多斯草原区的鄂托克前旗、杭锦旗旗政府所在地，每年冬春季节沙尘的沉积最高达 5-10 厘米，给当地人民生活带来严重危害。在一些工矿区，一些具有毒性的重金属颗粒，随强风扩散，对矿区居民的身体健康影响极大。

三、风蚀灾害的危险性评价

在我们已进行的风蚀危害程度评价的基础上^[1]，以土壤发生学的观点，着眼于风蚀灾害的强度，在估算土壤形成速率（Q_生）；现存土壤量（Q）和风蚀速率（Q_蚀）等参数的基础上，本文对研究区进行了风蚀灾害的危险性评价。

(1) Q 、 $Q_{生}$ 与 $Q_{蚀}$ 参数的估算

根据表 1 的结果, 利用下式即可求得 Q 值.

$$Q = \sum_{i=1}^n H_i \cdot S_i \cdot 10^{-5} \quad (1)$$

其中, S_i 是第 i 类土壤个体的面积 (平方公里), H_i 是第 i 类土壤个体的腐殖层的平均厚度 (厘米), Q 是该区域土壤腐殖质层总量 (公里³). 据此, 研究区各草原区 Q 计算结果如表 3.

根据 V. A.Kovda (1982) 等人的研究^[3], 正常风蚀速率 (地质风蚀速率) 小于土壤形成速率, 假定最小土壤形成速率与正常风蚀速率相当. 这样就可以把我们在本区实测得到的在整个风季没有明显风沙流 (不造成危害) 的侵蚀深度 (0.1—0.22 毫米/年) 的平均值 0.16 毫米/年作为本区土壤的形成速率, 即 $Q_{生}$ 的估算值.

风蚀速率 $Q_{蚀}$ 以表 2 中的各级风蚀灾害强度级之平均侵蚀模数计算来代替, 即分别为 1245 吨/平方公里 (0.83 毫米/年)、3375 吨/平方公里 (2.25 毫米/年)、6750 吨/平方公里 (4.5 毫米/年)、13500 吨/平方公里 (9.0 毫米/年)、18000 吨/平方公里.

由以上分析, 则可进行风蚀灾害的危险性评价.

(2) 风蚀灾害危险性评价

由下列式可直接计算某计算单元的风蚀强度 (ΔQ)

$$\begin{aligned} \Delta Q &= Q_{蚀} - Q_{生} \\ &= \sum_{i=1}^m (M_i \cdot S_i - Q_{生} \cdot S_i) \times 10^{-5} \end{aligned} \quad (2)$$

式中: M_i 为第 i 级风蚀灾害的侵蚀模数, m 为风蚀灾害等级数, S_i 为第 i 等级风蚀灾害面积. 计算结果如表 3. 由表 3 可以看出, 内蒙古草原土壤风蚀灾害危险的严重性以及这种

表 3 内蒙古草原风蚀灾害危险性评价一览表

地区 指标	呼伦贝尔 草原区	锡林郭勒 草原区	乌兰察布 草原区	巴彦淖尔 草原	鄂尔多斯 草原	全区
环境容量参数(K_i)	0.64	0.51	0.57	0.58	0.36	—
现存土壤量 Q (公里 ³)	18.3862	65.9612	21.8404	16.6329	5.8268	128.6475
每年风蚀量 ΔQ (公里 ³ /年)	0.7931	3.5793	1.8729	3.1316	1.1956	10.5728
土壤抗蚀年限(Y_i)(年)	23.18	18.43	11.66	5.31	4.87	12.17
风蚀危险指数(f_i)	0.0431	0.0543	0.0858	0.1883	0.2053	0.0822
*风蚀灾害危险度(D_i)	0.0673	0.1065	0.1453	0.3247	0.5703	—

* ($D_i=f_i/K_i$ $Y_i=Q_i/\Delta q_i$ $f_i=1/Y_i$)

危害的地区差异性. 鄂尔多斯草原、巴彦淖尔草原风蚀灾害已到了相当危险的程度, 即已到了临界状态, 若不加以防治, 将出现毁灭性的灾害, 使区域草地牲畜承载能力乃至人口承载力彻底破坏, 带来严重的社会问题. 此外, 表 3 中 K_i 值的确定是依据各草原区环境条件 (表 1) 而综合通过模糊评价的方法来计算的. K_i 值区域环境对风蚀灾害的容量 (即区域环境中各要素制约或减轻风蚀灾害的能力或区域环境对风蚀灾害的缓冲性能). 在 K_i 的基础上, 通过进一步计算, 最后求得 D_i (风蚀灾害危险度值):

$$D_i=f_i / K_i \quad (3)$$

D_i 值的地理意义是, 当风蚀灾害程度一定即 f_i 一定时, 环境容量 K_i 值越大, 风蚀危害程度 D_i 值越小, 即风蚀危害越小; 当环境容量 K_i 值一定时, 风蚀灾害危害程度与风蚀强度成正比. 由此可见 D_i 值把风蚀程度和环境缓冲能力相联系, 综合地反映了风蚀灾害的危险程度, 用它作为评价区域风蚀灾害的综合指数是客观的量化的指标. 从表 3 中, 我们可以得出呼伦贝尔草原 (环境容量大, D_i 值小) 风蚀灾害远不及巴彦淖尔草原和鄂尔多斯草原

的危险程度,从 D_i 值来,仅为后者的 $1/6$ 左右。

四、减轻风蚀灾害的途径

根据以上的分析,提出如下防治风蚀灾害的措施。

(1) 拟定各区域灾害区划和制定减灾规划。灾害区划要根据区域灾害体系、灾害危害程度(灾情)、灾害强度、灾害危险性评价、综合分析,进一步依据一定的原则和指标制定。减灾区划则应在灾害区划的基础上,根据把防、抗、救灾相统一的原则,充分顾及各区域对风蚀灾害的缓冲性能,以获得最好的减灾效益为指标来制定。

(2) 规划减灾示范区和建设减灾示范工程。减灾示范区的选择应以区域环境质量、灾害地域分异规律、灾情地域分异规律、区域经济水平等方面来考虑;示范工程则应该强调减灾整体效益,把防、抗、救系统工程统一协调起来,把减轻生态灾害与突发性自然灾害的灾情统一起来,无论选择示范区,还是示范工程,均需真正能够起到示范意义。

(3) 把区域减灾规划要纳入各级行政区国民经济和社会发展战略规划,把经济建设与减灾活动紧密结合起来,从而实现减灾这项“守业经济”的经济效益,即减灾增产增收,把兴利与除害统筹安排、分步实施,充分发挥减灾工程的生态和经济效益。

(4) 建立草原“波动畜牧业”的经济体系,以草定畜,从时、空两个方面实现草一畜动态平衡体系,提高对草地生产力旬、季产草量的预测预报精度,及时调整草地载畜量,从而使草场得以永续利用。为此,需逐步建立草地灾害信息系统(包括监测系统),从而建立包括风蚀灾害在内的灾害预警系统。

(5) 继续进行区域土地利用合理结构的调整,坚持人工植被的建设和自然植被的保护利用。要特别注重本区东南边缘风、水两相侵蚀交错地区的土地利用结构的调整,提高旱作农业的水分利用率,增加旱地农作物对牲畜的承载能力,从而减轻研究区天然草地的载畜压力,以利退化草场的恢复,从而间接提高草场抗蚀强度,拟制风蚀灾害等区域灾害的危险程度。

参考文献

- [1]赵羽、金争平、史培军、郝允充,1989,内蒙古土壤侵蚀研究,科学出版社
- [2]Li Tianje. Zhao Ye, 1988, Soil Cover Land Evaluation and Protection in Inner Mongolia, Interntional Grassland Congress XVI. NICF-FRANCE.
- [3] V.A.Kovda, 1982, 土壤耕作与尘暴的关系. 世界沙漠研究, 第2期.