

镶黄旗水土流失综合治理模式初探

石 青 陈渠昌 郭克贞 白莲花 靳春文

(水利部牧区水利科学研究所 呼和浩特 010010)

摘 要 镶黄旗水土流失十分严重,水土流失面积占该旗总面积的44%。有部分区域水土流失已达到极强度侵蚀,土壤侵蚀模数高达 $9\,000\text{ t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ 以上,沟壑密度 $2\text{ km}/\text{km}^2$,植被盖度仅为15%。镶黄旗敖古特勒经调查分析是该旗水土流失严重区域的典型代表,对这一区域的自然因素和人为因素对水土流失的影响进行了测试分析,主要研究了降雨、坡度、坡长、植被因素对土壤侵蚀的影响关系;人类生息活动、畜牧业生产活动对土壤侵蚀的影响。在水土流失影响因素分析的基础上,根据治理措施测试分析结果,提出了其综合治理模式。

关键词 水土流失 因素 综合治理措施 模式

Comprehensive Harnessive Model of Soil and Water Loss in Xianghuang County

Shi Qing Chen Quchang Guo Kezhen

Bai Lianhua Jin Chunwen

(Water Conservancy Institute of Academy of Water Resources Huhehot 010010)

Abstract The soil and water loss is very severe in Xianghuang county, this area is more 44% of the total area. Somewhere gives the most erosion of soil and water and has more $9\,000\text{ t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ of soil erode model, $2\text{ km}/\text{km}^2$ of gully erode density and only 15% of vegetable cover. The Aogutele is the typical representative region of severe soil and water loss, here it is analysed to both natural and human kind factors influenced soil and water erosion. It mainly be researched the relationships of rainfall, slope degree, slope length, vegetable cover and soil erosion. Based on the analysis and harnessing results, the comprehensive control model of soil and water loss has been put out.

Key words soil and water loss factors comprehensive control measures model

镶黄旗位于内蒙古自治区锡林郭勒盟的西南部。地理坐标东经 $113^{\circ}22'$ ~ $114^{\circ}45'$,北纬 $42^{\circ}00'$ ~ $42^{\circ}45'$,面积为 $4\,960\text{ km}^2$ 。总人口28.8万人,人口密度为58人/ km^2 。镶黄旗地处内陆深处,属中温带干旱大陆性气候,年平均降水量为267.4 mm,年平均风速3 m/s,8级大风天数60 d。该旗地形南高北低,南部以低山、陡坡、丘陵为主,面积为 $2\,088\text{ km}^2$;中部以波状高原,旱谷为主,面积为

2 428 km²;北部以固定、半固定风积沙丘为主,面积为444 km²。土壤质地主要为栗钙土,其次为风积沙及盐化草甸土等。镶黄旗的草场面积44万 hm²,其中适性草场38.2万 hm²,温性荒漠草场为2.1万 hm²,低平地草甸3.68万 hm²,草场植被盖度在15%~30%之间。镶黄旗地表水资源较为缺乏,地下水资源总量为8 647万 m³,可开采量为3 226万 m³。干旱、大风、集中降雨以及超载放牧,使该旗草场植被盖度逐年下降,水土流失现象十分严重。

1 水土流失现状

镶黄旗是牧区水土流失严重地区之一,全旗水土流失面积为2 200 km²,占全旗总面积的44%。其中以水蚀为主的土壤侵蚀面积为500 km²,占总面积的10%;以水蚀、风蚀交替侵蚀面积为1 200 km²,占总面积的25%;以风蚀为主的约400 km²,占总面积的9%。现有长1 km 以上的侵蚀沟为1 100条、长1 km 以下的侵蚀沟2 000条,沟壑密度0.67 km/km²。按照 SD₂38—87规范标准本区土壤侵蚀可分以下4个等级。

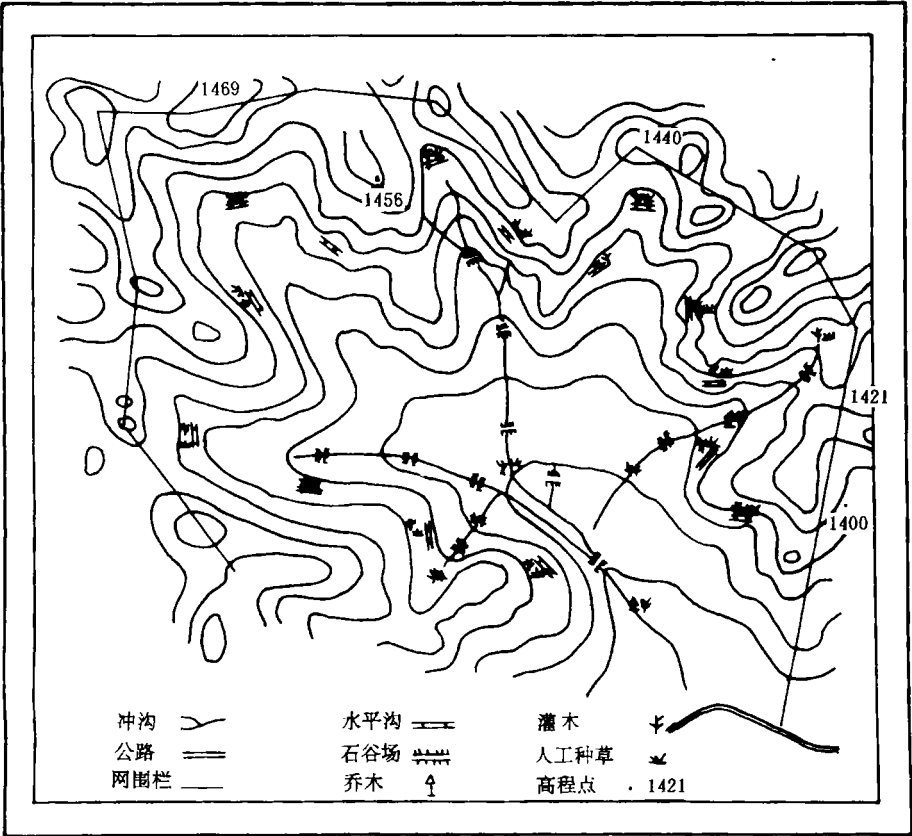


图1 极强度侵蚀区综合治理图

(1)轻度侵蚀。主要分布在镶黄旗的中、东部,侵蚀模数 $500\text{ t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ 左右,以风蚀为主,局部有轻微水蚀。地形主要为缓丘平地 and 丘间谷地、盆地为主,地势较为平坦。

(2)中度侵蚀。主要分布在镶黄旗的西、北部的山丘坡脚下,侵蚀模数在 $2\ 000\sim 3\ 000\text{ t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ 之间,沟壑密度 $0.2\text{ km}/\text{km}^2$,地形坡度 $10\sim 20^\circ$ 。

(3)强度侵蚀。分布在镶黄旗的南部和东部、西部局部地区,质地为风沙土、冲积沉积土,以水蚀为主,风蚀其次。土壤侵蚀模数为 $6\ 000\text{ t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$,沟壑密度 $0.63\text{ km}/\text{km}^2$,地形多为低山陡丘,坡度在 25° 左右。

(4)极强度侵蚀。分布在镶黄旗的南部,侵蚀模数 $9\ 000\text{ t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$,沟壑密度 $0.93\text{ km}/\text{km}^2$ 左右。镶黄旗敖古特勒小流域土壤侵蚀是该旗土壤极强度侵蚀的一个典型地区,侵蚀强度曾为 $9\ 500\text{ t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$,沟壑密度为 $2\text{ km}/\text{km}^2$,沟网分布参见图1。极强度侵蚀区的质地一般为淡栗钙土及部分风沙土,土壤肥力较低,表层和上体内有碎石,植被盖度在 15% 左右。

2 水土流失影响因素分析

镶黄旗的水土流失形成因素主要有自然因素和人为因素。

2.1 自然因素分析

2.1.1 降雨对土壤的侵蚀影响 镶黄旗的降雨特点较集中,一般在7~8月份,雨强较大。通过人工降雨和自然降雨试验观察,降雨强度 I_{30} 对土壤侵蚀影响度较大,参见表1。

表1 降雨径流测试表

时间	$I_{30}\text{ (mm/min)}$	敖古特勒 径流深(mm)	德克斯图 径流深(mm)
1997-06	0.08	无	无
1997-07	0.28	1.2	1.1
1997-07	0.93	3.8	3.16
1997-08	0.14	无	无
1997-08	0.21	0.9	0.8
1997-09	0.17	无	无

从表1可以看到降雨强度 $I_{30}<0.2\text{ mm/min}$ 的降雨对草场基本没有侵蚀力, $I_{30}>0.2\text{ mm/min}$ 时,随着 I_{30} 的增加,土壤侵蚀量也增加。

2.1.2 地形对土壤侵蚀影响 地形对土壤侵蚀影响因素主要是坡度和坡长,由于测试条件有限,在研究过程中主要对坡度进行测试,结果见表2。

表2 坡度与侵蚀量测试表

小区 编号	坡度	盖度 (%)	降雨历时 (min)	降雨量 (mm)	侵蚀量 (kg)
1	$4^\circ21'$	<15	20	60	4.1
2	$6^\circ32'$	<15	20	60	7.6
3	$14^\circ08'$	<15	20	60	14.1
4	$16^\circ31'$	<15	20	60	19

注:土壤为淡栗钙土。

测试结果表明侵蚀量随坡度的增加而增大。坡长对侵蚀量的影响也是正相关,坡长大集雨面积就增大,从而径流量增大,侵蚀量必然相应增多。

2.1.3 植被盖度对土壤侵蚀的影响 植被盖度对土壤的侵蚀影响十分密切,水蚀测试结果参见表3。植被具有固结土质,减小雨滴的冲击能力,增大土壤的渗透力,从而减小降雨形成的径

流,使土壤受侵蚀的程度减小,所以植被盖度大土壤水力侵蚀量就必然减小。风蚀量计算方程式:

$$E = f(I \cdot P \cdot K \cdot L \cdot V)$$

式中 E ——单位面积上的年侵蚀量; I ——土壤可蚀性因子; P ——气候因子; K ——土壤表面粗糙度因子; L ——沿盛行风风向的地块长度; V ——植被覆盖量。

从中可以看到植被覆盖量 V 对风蚀量有着重要的影响,植被盖度大可以减少风的动力和增大地表阻力从而减少风蚀量。

表3 植被盖度与土壤侵蚀量测试表

小区 编号	小区 坡度	盖度 (%)	降雨历时 (min)	降雨量 (mm)	侵蚀量 (kg)
8	4°10′	25	20	60	1.8
9	6°8′	30	20	60	2.6
10	9°20′	54	20	60	2.3
11	8°3′	36	20	60	3.1

注:土壤为淡栗钙土。

2.2 人为因素分析

降雨、大风、地形、植被等因素是本区影响水土流失的主要自然条件,但人为因素加速了本区的水土流失,使土壤侵蚀更加剧烈。

2.2.1 人类生息居住的影响 镶黄旗的人口增长速度较快,1970年全旗总人口为18万人,1990年的人口为28.8万人。人口的增加,人类生息居住面积必然增大。根据对该旗的敖古特勒地区的调查、测试分析,在牧民居住处草场植被盖度明显下降,影响面积形状近似圆形,居住密度大影响面积就大。影响面积内植被盖度下降,表土坚硬,土壤渗透力下降,降雨时地表径流增加,加剧了水土流失,而且沙砾在风的推移下,极易在周围草场上形成沙砾覆盖层。

2.2.2 人类交通的影响 人类的交通活动对草原的土壤侵蚀越来越严重。随着交通工具的发展,草场上行驶车辆日趋增多。导致道路密度及道路宽度的大量增加,从而导致水土流失的加重。表4是镶黄旗因筑路引起水土流失的调查结果:

表4 筑路造成的水土流失调查

道路	长度 (km)	破坏植被面积 (hm ²)	造成水土流 失量(t/a)	影响面积 (hm ²)
铁路	2500	15	899	12
地方公路	180000	540	108540	360
乡村便道	2010000	1205.9	120650	482

表4未包括车辆自由碾压草场造成的水土流失,自由碾压车辙在平缓草原上随处可见,纵横交叉,大部分车辙处植被盖度为零,地表下凹降雨易形成积水,春天大风使土壤表层受风力剥蚀形成水土流失。其中有些车辙在较强降雨时变为侵蚀沟,加速了土壤侵蚀强度。

2.2.3 人类生产活动的影响 牧区人类生产活动主要是畜牧业生产活动,其中放牧对草原水土流失影响较大,1970年镶黄旗的牲畜头数25.4万头只,1995年牲畜头数增加到47.64万头只,而本旗草场载畜量理论值为29.68万头只,超载60%。超载导致牧草得不到休养生息的机会,繁殖速度减缓,造成植被高度和盖度大幅度下降,同时牲畜频繁地践踏草场,使得表层土壤松散,引起水土流失。

3 水土流失治理措施分析

根据以上两大类形成水土流失的影响因素分析,我们采用了工程措施和生物措施相结合的

方式进行水土流失的治理。工程措施有水平沟、截水坑、跌水坑、铅石笼坝以及封育。生物措施主要有沟底防冲林,水平沟内种植松树、杨树、榆树等。

3.1 水平沟和截水坑

在敖古特勒小流域内大于6°的坡面上布设水平沟,水平沟沿等高线布置在坡面上,根据地形因素对侵蚀量影响的分析,布置上下水平沟间距30~50 m,同一等高线上的水平沟相距5 m。取多年24 h 最大降雨量为79.7 mm 和坡面计算径流量进行水平沟断面设计为沟深1.0 m、沟口宽1.2 m、底宽0.8 m,过水断面1.6 m²。表5是水平沟对同一降雨情况下坡面产生径流的影响。有水平沟的坡面上径流明显降低,减小了土壤侵蚀量,起到了治理的目的。

表5 水平沟拦截径流测试表

坡度	雨强 (mm/min)	径流深 (mm)	盖度 (%)	备注
16°	0.28	0.5	10	有水平沟
16°	0.28	2.3	12	无水平沟

注:测定时间为1997年7月,土壤为栗钙土。

截水坑分设在大于10°坡面上的毛细径流沟上,毛细沟一般是由历年降雨形成,根据降雨坡度和坡长的影响分析,确定截水坑的布设位置以减小坡长降低水力强度。

在镶黄旗敖古特勒区观察发现截水坑对坡面降雨拦截效果明显,在降雨中,有截水坑的坡面较无截水坑的坡面径流形成时间较长,形成径流后其流速也相应减缓,为水份渗透提供了较长的时间,避免毛细沟尾部的水力切割,从而减少了土壤侵蚀。

3.2 跌水坑和铅石笼坝

镶黄旗敖古特勒有3条大的侵蚀沟,其中较大的一条长837 m,平均宽5 m,平均深度4.2 m。在该侵蚀沟中布设了一个跌水坑和两座铅石笼坝,跌水坑距沟头70 m,自然落差2.4 m,跌水坑的两侧均是经冲刷的石崖,较为稳定,沟床为岩石,宽度4.2 m,长7 m,平均深度2.5 m。跌水坑的进口段作砌石处理,出口段为铅石笼坝,高度2.5 m。在跌水坑的下游根据沟的比降分设了两座铅石笼坝高度均为3 m,长度4.1 m 和3.6 m,宽为1.2 m。两项措施其作用是消能沉沙,使降雨形成的径流得到拦截,避免下游草场砂砾化。

3.3 封育措施

封育措施主要是为了减少人为因素对其影响,使牧场等植物得以生息恢复,增大盖度减少水土流失。表6是1997年进行的测定结果:

表6 封育措施效果测试

观测指标	1号小区		2号小区	
	封育1年	封育前	封育2年	封育前
盖度(%)	17	11	20	10
产草量(kg/hm ²)	1230	570	1425	525
风蚀深度(mm/a)	0.4	0.7	0.3	0.8

3.4 生物措施

水平沟内种植松树、榆树、杨树,目的是形成坡面防风带,种植的成活率达95%,原因是水平沟能够蓄水,使得土壤含水率提高,有利于树木的生长。在敖古特勒3条较大的侵蚀沟内种植了沟底防冲林,主要是柳条、沙棘、柠条,生长良好而且有一定经济效益,沟道两侧种植沙棘,阴面生长良好,起到了护坡作用。

4 综合治理模式初探

镶黄旗敖古特勒区域的水土流失情况经过实地调查和以上影响因素分析,结合该旗的水土流失现状分析认为,该区域具有典型性和代表性。经过对敖古特勒水土流失治理措施的研究分析,以此为示范点提出镶黄旗水土流失综合治理模式,模式包括两个内容:治理措施组合和草场利用方式。

敖古特勒区域内按土壤侵蚀程度分为极强度侵蚀区和中度侵蚀区,极强度侵蚀区的面积1.7 km²,中度侵蚀区1.04 km²,中度侵蚀分布在极强度侵蚀区的下游,坡度起伏小于4°,极强度侵蚀区地形坡度在5~25°之间。所以综合治理模式分两种类型,模式体系如图2。

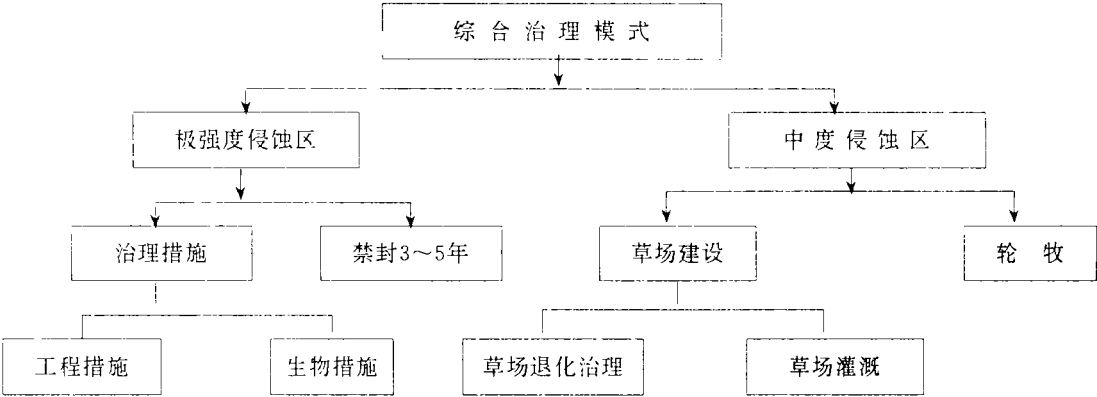


图2 综合治理模式图

4.1 极强度侵蚀区综合治理

极强度侵蚀区的土质松散植被盖度较低。根据对该区的人为因素分析,草场利用方式采用封育措施,禁封期根据该区域植被盖度恢复达到50%以上和土壤具有一定抗侵蚀力暂定为3~5年。1995年10月份敖古特勒实施了禁封措施,1997年观测发现植被高度和盖度提高十分明显。

敖古特勒极强度侵蚀区的地形坡度较大,水蚀较风蚀严重是侵蚀沟集中的区域,综合治理采用工程措施和生物措施相结合的方式。

工程措施采用水平沟、截水坑、跌水坑和铅石笼坝。水平沟布设在大于6°的坡面上,水平沟标准尺寸按下式计算,计算 $V=1\text{m}^3$

$$V = \frac{1}{2}(a + b)h$$

式中: V ——水平沟容积; a ——上口宽1.2m; b ——下口宽0.8m; h ——平均深度1m。

过水断面设为 $S=1.6\text{m}^2$,取历年最大24 h降雨量70.8 mm,径流系数取0.65,则单位径流量为 $Q=79.8\times10^{-3}\times0.6\times1=0.058$,水平沟上下间距 $L=Q/s=30\text{m}$,水平沟左右间隔取5 m。

截水坑布设在水平沟难以施工的坡面上。截水坑容积为0.5 m³,形状为半圆形,布局密度根据坡面径流量和毛细沟长度确定。

在宽度3 m以上的侵蚀沟内布设铅石笼坝。其断面形式为高2.0 m,顶宽1.0 m,底宽4.0 m,迎水坡1:1,背水坡1:0.5,其长度根据沟宽而定。铅石笼坝间距按下式计算:

$$I = \frac{h_0}{i - i_0}$$

式中: I ——间距; h_0 ——高度; i ——沟床比降; i_0 ——淤沙比降。

铅石笼坝布置见图1。

具有1.5 m的落差处布设跌水坑。跌水坑参照水工设计手册灌区建筑物中跌水进行设计布置。

生物措施采用防风林带和防冲带,防风林带在成活率较高的水平沟内和坡的下底部种植松树、杨树、榆树。防冲带种植在侵蚀沟内两侧,起到护坡作用,主要是沙棘和柠条,在侵蚀沟较宽的床底种植柳条、枸杞。生物措施考虑两个因素首先是起到治理作用,同时考虑其经济效益。

4.2 中度侵蚀区综合治理

中度侵蚀区植被较好草场利用采用轮牧形式,在封育期进行草场建设,根据镶黄旗草场退化调查结果分析采用人工补播、切根、施肥等治理退化措施。在草场平缓带利用地下水或集雨进行灌溉饲草基地建设。

该模式在镶黄旗敖古特勒区域1996年已基本建成,灌溉建设部分由锡盟水保站、镶黄旗水保站和牧区水科所北方牧区水土流失综合治理模式研究课题组正在规划设计中。已建成部分1997年观测其治理效果已十分明显,植被盖度提高了8%,产草量提高了300 kg/hm²,防风林带及生物措施初具规模,1998年柳条可有一定经济效益。

5 结 论

(1)镶黄旗人为因素和自然因素形成了较大区域严重的土壤侵蚀,尤其是人类居住活动、过度放牧、大风、降雨以及地形等因素,导致了草场沙化、退化严重,植度盖度大幅下降,沟网纵横。

(2)根据不同的侵蚀强度和类型划区进行治理措施的测试分析,总结适用高效的治理措施,提出镶黄旗水土流失综合治理模式,综合治理模式有两个内容综合治理和草场利用方式组成。

(3)综合治理模式根据镶黄旗水土流失程度和地貌进行划区治理。严重侵蚀区采用禁封草场一定时期,同时采取工程和生物措施相结合的综合治理方式。中度侵蚀区应采用轮牧形式利用草场,以治理退化草场和节水灌溉措施进行草场建设。

参考文献

- 1 席有.水土保持原理与规划.呼和浩特:内蒙古大学出版社,1992
- 2 水利电力部农村水利水土保持司.水土保持技术规范.北京:水利电力出版社,1988

(上接第87页)

(3)开发区四周的沙丘与丘间平地可开发为人工牧场。沙丘暂时不平整,应很好的保护长在沙丘上的现有植被。在沙丘和丘间平地引种耐旱、耐盐碱、抗风沙的牧草,象参子、碱茅、披碱草等。同时还应混种豆科牧草,以利于培肥土壤。牧草生长后应围栏封育,轮流放牧和打草,以发展畜牧业。畜牧业的发展可为农田和菜地提供更多的有机肥。较大的丘间平地可结合种植经济林。

总之,要充分利用开发区的有利条件,克服各种障碍因素,进行优化设计,使各行业之间形成良性循环,以加速生态环境的改善,并尽可能较早的得到经济效益。

参考文献

- 1 内蒙古自治区土壤普查办公室、内蒙古自治区土壤肥料工作站.内蒙古土壤,北京:科学出版社,1994,330~393。
- 2 中国科学院南京土壤研究所土壤系统分类课题组、中国土壤系统分类课题研究协作组.中国土壤系统分类(修订方案).北京:中国农业科技出版社,1995