

## 甘南玛曲县草地沙化遥感监测研究

盛海洋<sup>1,3</sup>, 杨学俊<sup>2</sup>, 白宪洲<sup>2</sup>, 郑先纬<sup>2</sup>

(1. 南京交通职业技术学院, 南京 211188; 2. 四川省地质调查院, 成都 610081; 3. 成都理工大学, 成都 610059)

**摘要:**通过对黄河上游玛曲县不同时期的航片、卫片影像的解译判读, 结合地形图、土地利用图以及前期草地沙化监测资料, 论述了玛曲县草地沙化的调查研究方法, 地表景观特征与遥感解译标志, 草地沙化的分布规律及其动态分析评价。

**关键词:**草地沙化; 遥感监测; 调查; 评价; 玛曲县

**中图分类号:** S812.8; TP79

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1005-3409(2007)05-0067-04

## The Remote Sensing Interpreter Study on Grassland Desertification in Maqu County in South Gansu Province

SHENG Hai-yang<sup>1,3</sup>, YANG Xue-jun<sup>2</sup>, BAI Xian-zhou<sup>2</sup>, ZHENG Xian-wei<sup>2</sup>

(1. Nanjing Communications Institute of Technology, Nanjing 211188, China; 2. Sichuan Province Geology Investigate Bureau, Chengdu 610081, China; 3. Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China)

**Abstract:** The authors mainly reports on remote sensing interpreter study on grassland desertification in south Gansu Province in Maqu county, using the method of remote sensing and on spot surveying. The paper proof the investigate study method and the interpreter mark of remote sensing and spread characteristic and movement analyze evaluation on grassland desertification.

**Key words:** grassland desertification; remote sensing interpreter; investigate; evaluation; Maqu county

### 1 自然概况

甘肃省甘南藏族自治州玛曲县位于黄河上游, 甘肃省西南部, 甘、青、川三省交界处, 地理位置属青藏高原东端(100°45'45"~102°29'00"E, 33°06'30"~34°30'15"N)<sup>[1]</sup>, 海拔3 300~4 806 m。气候以高寒湿润气候为特征, 年均气温1~2℃, 活动积温253.6℃, 平均风速7.5 m/s, 最大风速36 m/s, 全年大风日数77.1 d(8级以上), 年日照平均2 583.9 h, 年降水量615.5 mm, 年蒸发量1 353.4 mm。

植被类型属于川西藏东高原灌丛草甸区。草场类型分为亚高山草甸草场、灌丛草甸草场、高山草甸草场、草原化草甸草场、沼泽化草甸草场、沼泽类草场6种, 其中亚高山草甸草场是该县草场的主体和精华, 禾本科和莎草科为各类草场的主要建群种和优势种。土壤为高山草甸土、褐钙土等<sup>[3]</sup>。

全县总土地面积10 191 km<sup>2</sup>, 拥有天然草地面积8 591 km<sup>2</sup>, 占土地总面积的84.3%<sup>[1,2]</sup>, 可利用草场8 307 km<sup>2</sup>, 占草场总面积的96.7%。总人口3 171万人, 其中藏族人口占88%, 当地主要人均收入的80%以上来自畜牧业, 是黄河上游以藏族聚居为主的纯牧业县。黄河由南、东、北环绕而过, 优雅地走出了第一个U形的弯, 玛曲因而也就有了“首曲”的别称。

然而, 近年来, 玛曲的天然草场出现严重的草场退化, 已经出现了大面积的连片流动沙丘。仅沿黄河的草场大型沙化点就有36处, 并已经出现了220 km的流动沙丘带。从1967

~2000年, 这片优良天然牧场已经出现了154次沙尘暴。草场的退化、沙化还引起了水土流失的加剧和河流的含沙量增加。草场沙化还使当地生物多样性受到破坏, 当地亚高山草甸草场植物种类的饱和度从1981年的平均每平方米40~45种, 减少到目前的32~38种, 野驴、黄羊等20多种野生动物在当地绝迹。以现在的发展速度, 不用10 a, 玛曲及甘南州草场乃至青藏高原东部将成为我国又一大沙尘源<sup>[4]</sup>。

### 2 研究方法及解译标志

#### 2.1 调查研究方法

本研究运用卫星、航空遥感资料作为基础资料, 采用野外路线调查、地形图(比例尺1:10万)填绘与室内利用GIS手段, 采用人机交互形式对遥感数据进行解译。主要采用时相为2004年6月份1:10万TM743波段的假彩色合成卫星影像为基本信息源(图1)。以1:5万地形图作为地理和行政界限的区划依据。在Arcview 3.2a软件的支持下, 根据影像特征和实地调查核准情况建立判读解译标志, 以人机交互方式进行图斑区划, 得到沙漠化斑块图形数据库及属性数据库<sup>[5]</sup>。然后对所得数据库进行统计分析, 得到调查区2003年天然草地沙化区域范围、沙化土地面积、沙化程度等级等基本数据, 结合前期调查资料进行分析。

收稿日期: 2006-05-10

基金项目: 中国地质调查局项目“川滇黔资源与生态地质背景调查及数据更新”(四川1:25万若尔盖县、红原县、炉霍县、马尔康县幅区调)([2005]003-04; 1212010510304); 江苏省“青蓝工程”项目资助

作者简介: 盛海洋(1963-), 男, 陕西宝鸡人, 副教授, 博士生, 主要从事第四纪地质与生态环境研究。

2.2 地表景观及解译标志

区内草地沙化景观按其表露状态可分为 3 种状态。

(1)裸露状态:砂积表面无草被生长,多见新月形沙丘。

(2)半露状态:砂积表面一部分被草被覆盖。

(3)掩盖状态:砂积表面全部被草被所覆盖,有禾本科、杜鹃科等草本植物生长。

草地沙化分布地貌部位多与垄岗状地形有关,多见于迎风坡面、山垭口处。主要物质成分是粉砂及砂质黄土。草地沙化的地表景观特征决定了它在航空照片上的解译标志(表 1)。

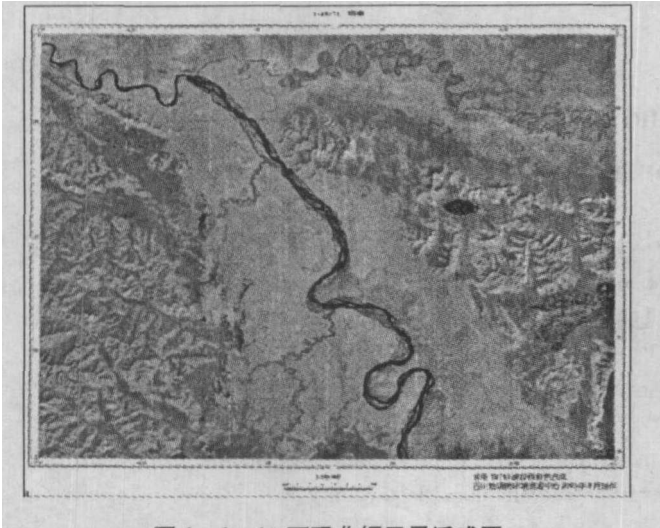


图 1 1:10 万玛曲幅卫星遥感图

(2005 年 TM743 合成)

表 1 风成堆积的航摄像片(2~5 月)解译标志

| 表露状态 | 影像解译标志<br>色调 | 地貌解译标志<br>纹形 |
|------|--------------|--------------|
| 裸露   | 白、灰相间        | 波纹状、鱼鳞状      |
| 半裸   | 灰白           | 块状 迎风坡面、山垭口  |
| 掩盖   | 灰、黑灰相间       | 斑块状          |

由于砂类物质成分颗粒较细,粒度均一,透水性能好。在 2~5 月份,半露状态的砂积与其周围沼泽、草地相比仍具有较高的光谱反射率。在航片上显示较高反射率的特征一呈浅色,作为整体形状以块状纹形出现。因新月形沙丘的阴影作用,裸露状态的风成堆积在航空照片上显白、灰色相间,并成波纹状、鱼鳞状纹形。因草根层的存在及其内部掩盖程度的差异,掩盖状态的风成堆积在航片上显示灰、黑灰色相间,呈斑块状纹形。显然,显灰色部分风成堆积正向半露状态过渡,存在沙丘复活的趋势。

裸露及半露状态的风成堆积高光谱反射率的特征在 7 月份卫星图像上得到最充分的显示,表现为独特的色异常。在 10 月份卫星图像上其与高山积雪的色调或色别相近,可根据地形将两者区别。由于冬季寒冻作用,在 1 月份卫星图像上风成堆积无明显显示。

草地沙化的解译应用了 7 月份 MSS7,5,4 波段比例扩展(SCALE)处理功能图像;MSS7,6,5,4 波段矩阵变换(MATRIX)处理功能图像;MSS7,6,5,4 波段一维付氏变换(FFT1D)处理功能图像以及 10 月份的 MSS7,5,4 波段局部增强(LOCAL)处理功能图像综合解译(表 2)。草地沙化的

色异常显示是卫星图像解译的主要影像解译标志。为此,在研究区建立的主要地类卫片解译标志如表 3 所示。

表 2 风成堆积的卫星图像影像解译标志

| 时相   | 图像名称              | 色别 | 纹形   |
|------|-------------------|----|------|
| 月    | MSS7,5,4 SCALE    | 浅蓝 | 不规则状 |
|      | MSS7,6,5,4 MATRIX | 蓝绿 |      |
|      | MSS7,6,5,4 FFT1D  | 亮绿 |      |
| 10 月 | MSS7,5,4 LOCAL    | 灰白 |      |

表 3 主要地类 TM 影像目视解译标志

| 土地类型  | 解译标志 |     |                      |
|-------|------|-----|----------------------|
|       | 色彩   | 形态  | 分布规律                 |
| 流动沙地  | 蓝色   | 不规则 | 分布于河流冲洪积滩地           |
| 半固定沙地 | 浅蓝色  | 不规则 | 分布于冲洪积滩地,与流动沙丘相连     |
| 固定沙地  | 淡黄色  | 不规则 | 分布于冲洪积滩地,与半固定沙地相连    |
| 草地    | 桔黄色  | 均匀  | 分布于山岭和平地,面积广大河流冲洪积滩地 |
| 灌木林   | 暗黄色  | 不规则 | 冲洪积滩地                |
| 水系    | 深蓝色  | 线状  |                      |

3 沙化草地分布面积及其特征

3.1 草地沙化面积及其变化

据玛曲县历史调查,在 20 世纪 50 年代该县还没有土地沙漠化现象发生,到 60 年代开始有零星沙漠化土地和小沙丘出现。此后,随着草地的退化,沙漠化面积逐渐扩大,且发展速度越来越快。80 年代该县沙化总面积为 1 440 hm<sup>2</sup>,而到 1999 年该县沙漠化普查结果,全县草场沙化面积达 6 080 hm<sup>2</sup>,其中流动沙丘 2 020 hm<sup>2</sup>,固定沙丘 4 060 hm<sup>2</sup>,沙化草场面积占全县总土地面积的 0.63%<sup>[3]</sup>(表 4)。到 2001 年每年增加 128.2 hm<sup>2</sup>,年增速为 6.7%。据 2003 年遥感图像解译、野外调查和参考相关资料,共圈定了 50 多处大大小小的草地退化分布范围,面积达 74.7 万 hm<sup>2</sup>,分布已含盖欧拉、尼玛、曼日玛、采日玛、齐哈玛等 7 乡,其中重度退化草场面积达 33.07 万 hm<sup>2</sup>(表 5)<sup>[3]</sup>。另外,对前期监测结果进行综合分析,表明该县沙化面积的逐年增加态势明显,且面积变化呈指数增长态势(表 6、图 2)<sup>[4]</sup>。

表 4 玛曲县草场沙化面积统计

| 时段<br>(20 世纪) | 固定沙丘/<br>hm <sup>2</sup> | 流动沙丘/<br>hm <sup>2</sup> | 沙化总<br>面积/<br>hm <sup>2</sup> | 占全县<br>总面积/<br>% |
|---------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------|------------------|
| 50 年代         | 0                        | 0                        | 0                             | 0                |
| 60 年代         | 零星分布                     | 零星分布                     |                               |                  |
| 70 年代         |                          |                          |                               |                  |
| 80 年代         | 1 220                    | 220                      | 1 440                         | 0.15             |
| 1994 年        | 3 054                    | 1 744                    | 4 798                         | 0.50             |
| 1999 年        | 4 060                    | 2 020                    | 6 080                         | 0.63             |

3.2 沙化草地分布特征

玛曲县沙化草地的空间分布主要呈现沿黄河带状分布和局部集中连片的特征<sup>[5]</sup>。沿黄河带状分布主要是沿岸洪积冲积滩地和黄河阶地上。黄河在玛曲县总流程有 433 km,目前,有沙化草地分布的黄河沿岸长度已达 186.12 km,沙化区长度占到了境内黄河总长度的 43%。

表 5 玛曲县不同退化类型草场面积及分区

| 退化类型   | 分布面积/<br>万 hm <sup>2</sup> | 占全县可利用草场<br>面积的比例/% | 分布地区(乡)                                      |
|--------|----------------------------|---------------------|--|
| 重度退化草场 | 33.07                      | 39.84               | 尼玛乡、曼日玛乡、阿万仓乡、<br>采日玛乡的冬春牧场及公路两侧             |
| 中度退化草场 | 19.80                      | 23.86               | 欧拉乡、采日玛乡、齐哈玛乡的春季牧场                           |
| 轻度退化草场 | 21.83                      | 26.30               | 尼玛、曼日玛、欧拉、采日玛、齐哈玛、<br>阿万仓和欧拉秀玛 7 乡四季牧场的背阴坡附近 |

表 6 玛曲县各类型沙化面积变化

| 年份   | 半固定<br>沙地/<br>hm <sup>2</sup> | 固定沙地/<br>hm <sup>2</sup> | 增长率/<br>% | 流动沙丘/<br>hm <sup>2</sup> | 增长率/<br>% | 总面积/<br>hm <sup>2</sup> | 比前期<br>增长/% | 增长率/<br>% | 年均<br>增长率/<br>% |
|------|-------------------------------|--------------------------|-----------|--------------------------|-----------|-------------------------|-------------|-----------|-----------------|
| 1990 | —                             | 2 355.20                 | —         | 1 559.88                 | —         | 3 915.08                | —           | —         | —               |
| 1994 | —                             | 3 054.00                 | 29.67     | 1 744.00                 | 11.80     | 4 798.00                | 882.92      | 22.55     | 4.51            |
| 1999 | —                             | 4 060.00                 | 32.94     | 2 020.00                 | 15.83     | 6 080.00                | 1 292.00    | 25.95     | 5.19            |
| 2003 | 857.64                        | 3 743.16                 | -7.80     | 2 535.97                 | 25.54     | 7 136.77                | 1 056.77    | 17.38     | 4.35            |

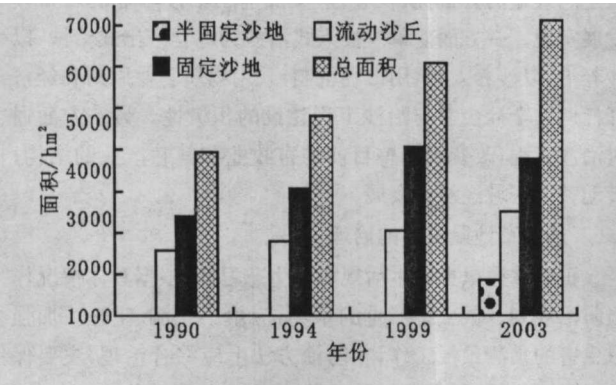


图 2 1990~2003 年玛曲县沙化面积变化

集中连片分布特征主要有 2 个较为集中的分布区,一是位于以县城为中心,东西长约 30 km,县城以南 20 km 的范围内,有沙化草地 5 039.91 hm<sup>2</sup>;二是位于县城以东 7~20 km,以南 20~40 km 的范围内,有沙化草地 1 711.74 hm<sup>2</sup>。沙化土地涉及到的黄河长度为 84.71 km。

此外,在县区西北部的黄河谷地和较宽阔的黄河旧河床上,沙化草地呈不连续块状零散分布,面积约 356.88 hm<sup>2</sup>,类型以流动沙丘为主,涉及到的黄河长度为 52.10 km。

4 天然草地沙化成因

草地沙化形成必须具备以下条件:丰富的物质来源,气候干旱多风和植被稀疏等,总的可归纳为自然因素和人为因素 2 大方面。在玛曲县人为因素(人类活动)是引起天然草地沙化的主要因素。

4.1 自然因素

在自然因素中,地质因素和气候变化是主要影响因素。其中地质因素是导致草地沙化的主要内动力影响因素,气候变化则是其主要的内动力影响因素。

4.1.1 地貌条件

该区地貌类型,主要为低山、丘陵、阶地、河漫滩、宽谷和湖群洼地等。低山、丘陵相对高度 50~100 m。河流比降小,水流缓慢,多曲流及牛轭湖。平坦高原上有大面积的高原沼泽和湖泊形成的高原湿地。

4.1.2 岩性及成土母质

本区地处青藏高原东北边缘,高原面上和干热干旱河谷

区裸露的岩石多为新生代喜马拉雅运动强烈隆起的三叠系(T2,T3)板岩、千枚岩、片岩、砂岩、粉砂岩、泥岩、泥灰岩,第三系砾岩和第四系河湖相以及早期冰川运动的松散沉积物。

由于地质史上的强烈褶皱、断裂,并在反复强烈的寒冻风化作用下,三叠系(T2,T3)岩层易崩解、易风化,岩体极为破碎,整体稳定性差。坡积物、残积物以砂土和粉砂土为主,土层自然黏结力极差,在外力作用下很容易疏松解体。

4.1.3 气候变化

从玛曲县 1985~2004 年的平均气温变化(图 3)可以看出,玛曲县年平均气温从 1985 年的 1.2℃上升至 2004 年的 2.2℃。年均大风日数从 20 世纪 80 年代的 24.0 d 升至目前的 25.7 d,全县的气候特点开始从干冷、大风向干暖型转化。

从降水量变化情况来看(图 4),近 30 a 来玛曲降水总的趋势是减少的。该县 1967~1987 年间降水量平均为 615.5 mm,1988~1997 年降至 530.2 mm,1998~2004 年为 608.9 mm,降水量呈现出明显的减少趋势。

4.1.4 水文与第四纪冰川活动影响

黄河干流比降小,平均比降 0.13%,由白河、黑河、贾曲等支流构成黄河流域区水系全貌。其次,由于受到第四纪末期冰川剧烈活动的影响,黄河及其支流白河、黑河发生过多次不同程度的改道,在中、下游形成了不同程度的废弃旧河床(古河道),这种频繁的河流改道废弃的流沙是具有发生沙漠化的潜在物质基础和形成风沙土之起源,且形成沙化与河道走向一致的基本分布规律。

4.2 人为因素

4.2.1 草地超载放牧

据测算,玛曲县天然草场理论载畜量为 35 万个羊单位,但据玛曲县牧业情况统计显示,该县各类牲畜总量在 20 世纪 50 年代为 24 万头,至 2001 年达 85 万头<sup>[2,6]</sup>,可以说牲畜总量在过去几十年呈直线式增长,尤其是 20 世纪 70 年代至 80 年代增长最快(图 5)。

4.2.2 滥挖乱采活动

由于独特的自然环境条件,草原中蕴藏着丰富的野生中药材,如驰名中外的冬虫夏草、松贝、红蒿天等,其品质好,无污染,药用价值极高,当地牧民为了提高经济收入便大面积挖草药,草场被挖得千疮百孔,严重破坏了草场生态环境。另外在该县草原区蕴藏着大量地下矿产资源,如金、铁、铜、锡、钼、钨、泥炭、大理石等,近年来当地政府为了获得更大的经济效益便对其进行大量开采,这在很大程度上破坏了当地的生态植被,加速了草场退化、沙化的进程。

4.2.3 鼠、虫害影响

该地区主要害鼠为高原鼯鼠、高原鼠兔、喜马拉雅獭等,虫害为蝗虫、草原毛虫等。由于藏狐、黄鼬、草原雕等啮齿类天敌数量减少,再加上客观经济条件的制约,灭鼠工作未能有效实施,致使本区鼠害肆虐,各县均有鼠害。此外,草地毛虫对草地的破坏也十分严重。

5 草地沙化治理对策<sup>[1,2,3,7]</sup>

5.1 控制放牧强度

天然草场退化、沙化的根本原因是草场超负荷过度放

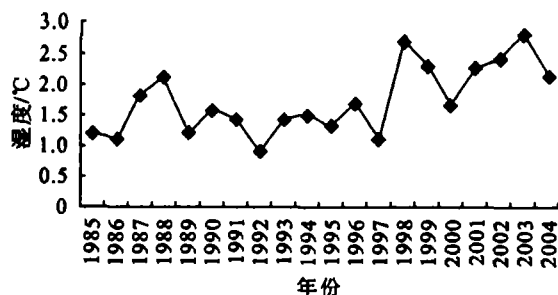


图3 1985~2004年玛曲县年平均温度变化

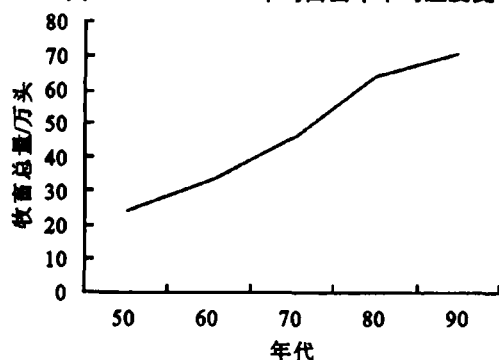


图5 玛曲县草场载畜量变化趋势

牧,因此必须严格控制草场放牧强度。而放牧强度的大小应由草场年产草量的多少来确定,也就是以草定畜。对于草场生产力高、产草量大的牧场,载畜量可多点,放牧时间也可长点;对于草场生产力低、产草量少的牧场可减少载畜量、缩短放牧时间、延长轮牧周期。只有适宜的放牧强度和适宜的放牧时间才对草场利用起到调节作用,反之将不利于草场的可持续利用。总之,只有科学合理地控制了放牧强度,才能减轻草场的压力,真正给予天然草场休养生息的时间和空间,让天然草场进行自然恢复与更新,这样才能使天然草场走可持续发展之路。

## 5.2 加强人工草地建设

人工草地是畜牧业稳定高产的基础,也是减轻天然草场放牧过重的必要措施。重点建设人工草地,以缓解草畜矛盾,减轻天然草场压力。据“十五”国家科技攻关《四川阿坝退化草原治理技术与示范》项目有关资料,以旋耕机划破草皮混播一年生燕麦和多年生优质牧草,并用人工盖种,则产草量达 28 849.5 kg/hm<sup>2</sup>,草层高度 69.7 cm,与改良前退化草场平均产量 5 550 kg/hm<sup>2</sup> 相比,提高 4.2 倍。所以,人工草场在牧区发展前景广阔,值得大面积推广。

## 5.3 加大投入,采取综合技术措施治理草原沙化。

(1)要利用国家实施西部大开发、保护江河源生态环境的有利时机,要通过多种渠道,加大投资力度,为草地治沙提供资金保障。

(2)因地制宜,采取多种行之有效的综合技术措施,包括封育、设置沙障、育林措施、育草措施、施肥、合理利用等。

## 5.4 调整畜牧业发展模式,强化放牧地保护

(1)转变观念,改变几千年来粗放的传统畜牧业发展模式,走草地生态效益、经济和社会效益相统一的发展之路;

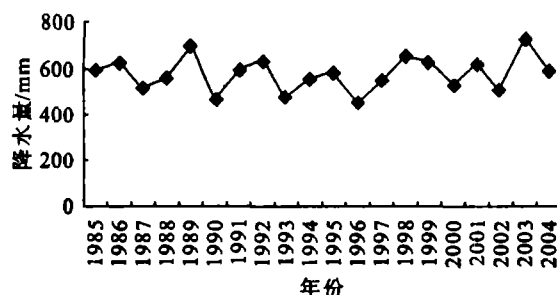


图4 1985~2004年玛曲县年降水量年际变化

(2)对放牧地应做到科学合理利用;(3)杜绝在沙化和退化草地上滥垦、滥挖、滥牧、滥砍、滥采等破坏行为。特别对名贵冬虫夏草的采集要坚决禁采,以防对草地的破坏。

## 5.5 大力发展治沙产业

由单一政府部门投资治沙向全社会治沙转变,这既体现了生态效益的公益性、社会性,又加速了治沙产业的可持续发展实现。一方面变单一投入式治沙为综合产出式治沙,以沙养治,以沙养人,运用市场机制,采用物质利益原则和经济杠杆调动全社会参与治沙工程建设的积极性。另一方面通过治沙工程,改变或调整目前的畜牧业和其它产业的结构,带动整个区域经济的发展。

## 5.6 加强草地鼠虫害的治理

正确掌握鼠虫的生活规律和生态习性,根据具体情况作出防治规划。鼠虫害严重的草场,应填平土洞、土丘。加强鼠虫害的预测预报工作,在防治方法上应综合治理,主要保护好鹰、雕、鹭、狐狸等鼠类天敌,增强生物防除能力。此外,治理高原鼠兔,物理防治方法可采用弓箭捕杀,生物防治方法可采用酚鼠灵;治理高原鼠兔,生物防治方法可采用C型肉毒,化学防治方法可采用绿敌鼠钠盐;治理草原毛虫,可采用虫克、草绿净等生物防治措施;治理草原蝗虫可采用生物灭蝗剂等。

## 参考文献:

- [1] 钱鞠,王根绪.黄河上游玛曲县生态环境问题与综合治理对策[J].生态学杂志,2002,21(3):69-72.
- [2] 卡召加.甘肃玛曲县草地沙化现状成因及治理对策[J].甘肃农业,2005,22(6):31-32.
- [3] 戚登臣,李广宇,陈文业,等.黄河上游玛曲县天然草场退化现状、成因及治理对策[J].中国沙漠,2006,26(2):202-207.
- [4] 宋常青,朱建军.黄河首曲出现220公里流动沙丘带[N].中国环境报,2004-11-15.
- [5] 袁宏波,王辉,李晓兵,等.玛曲县天然草地沙化动态及现状分析[J].甘肃农业大学学报,2006,41(1):73-78.
- [6] 张龙生,马立鹏.黄河上游玛曲县土地沙漠化研究[J].中国沙漠,2001,21(1):84-87.
- [7] 任仓钰.玛曲县土地沙漠化成因及治理[J].西北水电,2002,(1):10-11.