

黄土高原生态分区探讨

舒若杰^{1,3}, 高建恩^{1,2,3}, 赵建民¹, 吴普特^{1,2,3}, 张青峰¹

(1. 西北农林科技大学, 陕西 杨凌 712100; 2. 中国科学院水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100;

3. 国家节水灌溉杨凌工程技术研究中心, 陕西 杨凌 712100)

摘要: 生态分区是生态系统和自然资源合理管理及持续利用的基础, 合理的生态分区可为生态环境建设和环境管理政策的制订提供科学依据。在综合分析黄土高原生态环境特点的基础上, 阐明了本区的生态地位及存在的主要生态问题。综合考虑黄土高原自然生态特点及其所构成的空间组合的相似性和异质性, 提出了黄土高原生态分区的原则、依据及指标系统。通过对气候、土壤、植被等生态系统要素和社会、经济因素进行聚类分析, 将黄土高原划分为七个一级生态类型区, 并讨论了各区建设生态屏障的区域布局、建设途径及任务。

关键词: 黄土高原; 生态分区; 地域分异; 生态建设

中图分类号: Q14 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2006)03-014-06

黄土高原东起太行山、西至日月山、南界秦岭、北抵鄂尔多斯草原, 总面积 62.85 万 km²^[1], 其中水土流失面积 43.3 万 km²^[2], 属于生态敏感区(ecological sensitive area)^[3,4]。以前, 为了对该区域进行针对性治理, 一些学者分别依据成土条件和成土过程、植被状况、土壤水分循环特征、经济发展与植被恢复状况等指标因素对黄土高原土壤、植被、土壤水分、林草建设进行过分区^[5-8]。但要系统、准确把握黄土高原生态环境问题的本质和规律, 实现资源合理配置, 达到植被恢复和生态结构优化的目的, 仍有进一步的生态综合分区工作要做。

1 黄土高原生态特点

黄土高原地处内陆, 为典型的大陆性季风气候, 冬季干燥寒冷, 夏季湿润炎热, 气温年、日较差大^[5]。全区太阳年辐射量 50.2~67.0 万 J/cm², 年平均气温 3.6~14.3℃。降水年际年内分布不均, 多年平均降水量 150~750 mm, 大部分地区年水面蒸发能力 1500~2000 mm, 为年降水量的 2~8 倍^[9], 供需矛盾尖锐。水土关系失调, 单位耕地面积平均水量与人均水量分别为全国平均水平的 14% 和 26.4%^[10]。水资源短缺严重地制约着当地工农业生产的可持续发展, 影响着生态环境平衡和恢复。

与气候特征相适应, 本区土壤分布具有水平地带性, 由东南向西北依次为褐土、黑垆土、栗钙土、棕钙土、灰钙土和灰漠土。同一水平带内, 因局部环境和人为耕作的影响, 镶嵌着许多非地带性土壤^[9]。

如银川平原从贺兰山山麓至黄河沿岸, 依次分布有灰钙土、风沙土、淤灌土、草甸土、沼泽土和盐碱土; 鄂尔多斯高原东部有大面积紫色土、紫色初骨土、黑钙土、风沙土等^[11]。因黄土塬、梁、峁、沟谷彼此镶嵌, 微域分异与区域宏观分异共同构成黄土高原土壤水分环境的总格局。

由于处于由半湿润气候向半干旱、干旱气候的过渡地区, 黄土高原大部分处于森林、森林草原和草原自然带。一些学者^[12,13]认为历史上黄土高原约有 53% 的面积为森林所覆盖, 但森林主要集中在湿润、半湿润气候的土石山区和河谷滩地等土壤水分较好的地区。黄土高原植被具有从东南向西北由森林和森林草原向草原和荒漠草原过渡的地带性规律。但是由于受一些非地带性环境因素的影响, 植被也出现了某些非地带性镶嵌体, 如在草原包围的中、高海拔土石山地有森林分布, 荒漠草原地区湿地周围也可能生长着乔木。同时, 天然植被受到了人类活动的严重干扰, 由于过度开垦、过度放牧、乱伐森林、樵柴、战乱等, 森林植被破坏, 草原退化, 水土流失、沙漠化加剧^[14], 形成了今天黄土高原的景观生态格局。

2 生态分区的原则

生态学是研究有机体与其环境相互作用的科学^[15]。生态分区的目的是为协调区域生态环境保护与自然资源利用的关系服务, 是区域生态经济持续发展规划和宏观管理的基础工作^[16]。生态分区的基本原则为:

收稿日期: 2005210221

资助项目: 国家 863 节水专项(2002AA2Z4051) 2); 科技部农业科技成果转化资金项目(02EFN217101279); 中科院水土保持研究所创新前沿项目(C23013700); 西部开发科技行动(2002BA901A26)

作者简介: 舒若杰(1980), 男(苗族), 贵州岑巩人, 水土保持专业硕士。E-mail: shunuojie@163.com

通讯作者: 高建恩(1962), 男; 研究员, 主要从事地表径流调控与利用。E-mail: gaojianen@126.com

1) 自然条件和自然资源的相对一致性原则。自然条件是一个地区内部所有自然环境因素的综合体。黄土高原及其北部毗邻地区自然环境自东南向西北逐渐干旱,自然条件和自然资源的分化受到以南北延伸为主的构造盆地和大河谷地形展布的控制,呈现类型多样的地方性变异和空间结构,表现出显著的地域差别。所以分区采用复合类型一致的原则,既充分考虑各分区内部资源与环境条件相对一致,又突出区域之间的差异性,以便于进行生态经济规划,发挥不同地区的资源、环境优势。

2) 土壤侵蚀现状和治理措施的相似性原则。黄土高原地貌类型有丘陵沟壑、高原沟壑、河谷阶地、河流平原、盆地、风沙滩地、山地、沙漠和荒漠等。除河谷平原、塬、滩、盆地和石质山地外,大部分地区地表支离破碎,土壤侵蚀几乎遍及全区,是最主要的生态环境问题,也是经济发展的限制因素之一。区内地貌、地面组成物质各异,在不同的侵蚀环境、侵蚀营力及其组合的作用下,土壤侵蚀及治理措施有明显的区域差异。为了便于水土保持生态治理,同一类型区内的水土流失类型及治理方略应当相同。

3) 农林牧生产条件的一致性与发展方向的一致性原则。当前和今后一个时期内,农业仍是黄土高原地区主要的经济活动。土地、地貌、气候等自然条件对农林牧业生产有极大地影响和制约,为发展生态经济,分区应坚持农林牧生产条件的一致性与发展方向的一致性原则。

4) 地域的分异原则。自然生态环境是人类生存和发展的重要条件,因受地带性和非地带性因素的影响,尤其是后者的影响,形成了结构和特点上的地域差异。同时,人类生产活动的方式、方向和程度及其对自然生态环境的影响也因地而异,以至引起了不同地域生态经济的结构和功能,物资、能量、信息转换流动方式和强度,以及协调生态和经济两大系统矛盾的途径、手段和措施都有所不同。因此,地域分异性和异质性是生态区划的一个重要原则。

5) 尽量保持县(市、区、旗)行政区界完整性和便于指挥管理原则。县(市)是我国接近基层的行政管理单元,社会经济统计资料以县(市)为基本单位进行收集,保持县(市)界完整,便于收集整理、分析比较资料数据,划分区域后则有利于地方行政组织领导与实施治理开发方案。

6) 综合性原则。生态系统是一有机综合体,由各组分要素组成的次一级的系统单元也是综合的^[17],因此,生态分区既要考虑生态的特点,又要考虑经济的属性,是生态属性和经济属性的综合体现。

7) 主导性原则。无论何种生态系统,各要素在系统中所起的作用不同,其生态位亦有差异^[17]。因此,在生态类型区划分过程中,应强调选择主导的生态因素,突出主导因素的作用。

3 生态分区

3.1 分区的指标与依据

生态分区要考虑多方面因素,不同因素之间可能存在着重复和矛盾,如果缺乏统一的分析、处理方法,将阻碍各因素向具体分区层面上的汇总^[18]。地区之间生态环境的差异,主要受降水量、热量、土壤、植被类型、社会经济条件(人口、生产力水平、城镇化程度、产业结构与发展方向等)等因素的影响与制约,分区时应作为分区的重要指标和依据^[7, 11, 19],分区主要指标及区域划分结果详见表 1。黄土高原地区以明长城为界划分为典型黄土高原和鄂尔多斯风沙草原两个不同的地质环境区,每个地质环境区又因降水量由东南向西北逐渐递减,形成了不同的景观自然带,据此,在分区的过程中采用了地理位置(气候)植被三段命名法。黄土高原共划分为七个一级生态区(表 1、图 1)。

3.2 分区概述

3.2.1 黄土高原南部半湿润气候森林类型区(N区) 本区位于黄土高原南部,以沁源(临汾)铜川(千阳)天水一线为北界,总面积约 11.61 万 km²,涉及山西、河南、陕西、甘肃四省 90 个市县。地貌主要由黄土覆盖的河谷盆地和其间的土石山地构成。水热条件较好,水资源总量约占整个黄土高原的 1/4 以上,但主要集中在东南部的土石山区^[20, 21]。本区东部矿产资源丰富,主要有晋南、豫西的煤炭,晋西南、陕西关中南山的铜、铝、金、钼等有色金属和贵金属^[22]。西部水土光热条件较优,农业生产基础好,适于建立商品性粮、油、果(苹果、梨、枣、葡萄、猕猴桃)、牧(生猪、肉牛、肉羊、奶畜、家禽)基地。本区城镇化水平较高,沿河谷平原分布着西安、洛阳、宝鸡、咸阳、三门峡、铜川、临汾、运城等工业城市,是黄土高原地区人口最密集、开发历史最为悠久的地区。

植被以落叶阔叶林为代表,主要树种有栓皮栎、麻栎等,并含有少量亚热带常绿植物成分;温性针叶林以油松、侧柏和白皮松为主;小乔木、灌木有构、桑、连翘、丁香、荆条等^[9]。天然及次生林主要集中在土石山区,黄土坡地上有野黄菊、大油芒、白羊草等组成的灌丛草地。动物区系属古北界向东洋界过渡类型,有豹、羚牛、猕猴、金丝猴等珍稀动物,同时是世界上灵长目动物分布的北界(王屋山猕猴)^[23],物种较为丰富。

表 1 黄土高原生态分区指标体系
Table 1 Indexes system of ecological zoning

指标 Indexes	类型区 Zone						
	Ⅰ区	Ⅱ区	Ⅲ区	Ⅳ区	Ⅴ区	Ⅵ区	Ⅶ区
降水量(mm) Precipitation	550~ 750	450~ 600	300~ 500	200~ 400	250~ 630	150~ 400	150~ 350
干燥度 Dryness	1.3~ 1.5	1.4~ 1.8	1.8~ 2.2	2.0~ 3.5	2.4~ 3.5	> 3.5	> 3.5
> 10℃ 积温 Accumulated temperature(℃C)	3200~ 4800	2500~ 3200	2200~ 3300	2500~ 3500	350~ 3070	2500~ 3500	2600~ 3500
植被带类型 Vegetation zone type	温带阔叶林 temperate broadleaved forest	温带阔叶林、 干草原 temperate broad leaved forest and dry grassland	干草原 dry grassland	干草原、 荒漠灌丛 dry grassland and desert scrub	暗针叶林、高 山草原草甸 dark coniferous forest and high mountain grassland meadow	干草原、 荒漠灌丛 dry grassland and desert scrub	干草原、 荒漠灌丛 dry grassland and desert scrub
土壤 Soil	褐土、土 cinnamon, lou soil	重黑垆土、 黄绵土 heavy heilu soil and	轻黑垆土、 黄绵土、 淡栗钙土 light heilu soil, loessial soil, chestnut soil	灰钙土、 栗钙土 grey calcic soil and chestnut soil	栗钙土、黑钙土、 灰钙土、灰褐土 chestnut soil, chernozem, grey calcic soil, grey cinnamon soil	栗钙土、 棕钙土 chestnut soil, brown calcic soil	栗钙土、 棕钙土 chestnut soil, brown calcic soil
农业产业结构 Agricultural structure	农业 agriculture	农业 agriculture	农业 agriculture	农业 agriculture	农业 agriculture	牧业 husbandry	农业 agriculture
农业发展方向 Agricultural development guidance	农、林 agriculture, forestry	农、林、牧 agriculture, forestry, pasture husbandry	农、牧 agriculture, pasture husbandry	农、牧 agriculture, pasture husbandry	农、林、牧 agriculture, forestry, pasture husbandry	牧 pasture husbandry	农 agriculture
城市化水平 Urbanization level	较高 high	一般 middling	较低 low	较低 low	一般 middling	较低 low	较高 high

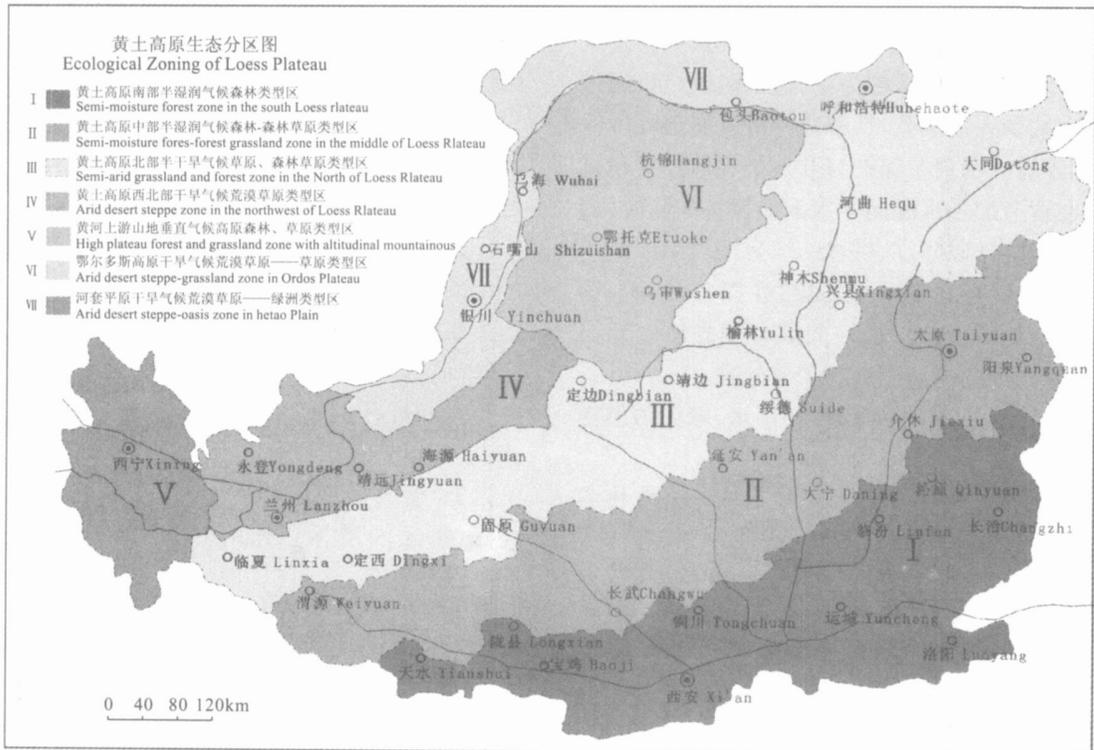


图 1 黄土高原生态分区

Fig. 1 Ecological zoning map of Loess Plateau

该区域生态环境具有明显的二元性: 平原地区, 经济发达, 生态承载力较大, 但水资源不足, 土地资源紧张, 环境污染严重; 山区是黄土高原水资源和生物多样性最为丰富的地区, 但经济落后, 存在着水土流失和生态破坏。水源涵养与保护是本区生态建设的重点, 同时应搞好山区水土保持和生态保护工作。本区可以进一步分成 3 个亚区: 川道平原、黄土台塬与低山丘陵、中高山区。

川道平原是黄土高原地区人口和经济最为集中的地区, 但土地资源有限、水资源短缺、环境污染严重。本区今后应着重发展节水、节地的工、农业项目, 以利于恢复水土环境; 加强污染治理、推广清洁生产工艺, 减少污染物排放, 把节水放在突出地位; 农业生产在统筹利用地表水、地下水、土壤水/三水的同时, 大力推广节水灌溉方法与设备; 工业和城市生活厉行节水, 提高工业用水重复利用率, 发展废水回收再利用。

黄土台塬和低山丘陵地区土地资源比较丰富, 可以进一步发展农、果及养殖业, 提高人口承载能力, 为从中高山区生态移民创造条件。当地最主要的生态环境问题是水土流失, 虽然多属轻、中度土壤侵蚀, 但分布广泛, 同时长期以来被忽视, 治理程度不高, 今后应将水土保持和土地资源开发结合起来, 加强基本农田建设和荒山造林种草, 提高土地利用率和生产力。

中高山区生态环境较好、但发展经济、社会发展的条件较差, 今后应以保护为主, 适当时机可以通过生态移民, 减少人口承载量, 解决经济发展与环境保护之间的矛盾。水资源保护与开发是当地经济建设的重点, 在营造加强水源涵养水土保持林的同时, 加强蓄水工程建设, 以防洪、供水。综合治理山区矿产资源开发中可能存在的环境污染, 在探矿、采矿、选矿的过程中, 尽量减少对植被的破坏和固体废弃物的排放。对排放的固体废弃物妥善处理、综合利用, 防止人为水土流失; 实现矿山循环用水, 减少污染物外排。

3.2.2 黄土高原中部半湿润气候森林))) 森林草原类型区(0区) 本区位于黄土高原中部, 森林类型区的西北部, 北面与草原、干草原的分界线为定襄) 岚县) 延安) 隆德) 渭源) 临夏线, 总面积约 13.37 万 km², 经过晋、陕、甘、宁四省(区), 土地资源比较丰富, 适宜农、果(苹果、枣)、牧(牛、羊) 多种产业发展。本区黄土广泛分布, 黄土层深厚, 各种黄土地貌发育, 形成了以黄土高原和残塬沟壑为主体, 包括河流川道、黄土丘陵和土石山地的地貌组合。

本区是渭河、汾河等黄河主要支流的发源地; 除少量山地林区外, 水土流失严重, 主要为水力侵蚀和重力侵蚀。区内煤、铁、石油、天然气、铝土等能源和金属矿产丰富^[22]。自东向西分布有阳泉、太原、晋中、延安、庆阳等工业城市。

区内草原广布, 代表性群落有白羊草、长芒草) 白羊草) 兴安胡枝子、芨芨) 长芒草、长芒草) 兴安胡枝子) 杂草等。植被分布具有高度和坡度分异规律, 中低山灌丛植被发育广泛, 如紫穗槐、拧条、虎榛子、绣线菊、黄刺玫和沙棘灌丛等; 森林主要发育在地势较高的山地或荫蔽的沟谷、阴坡中, 如吕梁山、黄龙山、子午岭、六盘山等山区, 以油松、侧柏、刺槐、榆、华山松、辽东栎、白桦、山杨等为建群种组成纯林或混交林。本区还是褐马鸡等黄土高原典型动物的主要栖息地。

本区是黄土高原生态环境建设的重点地区, 主要生态环境问题为水土流失与工矿区污染。本区地貌和土地利用类型多样, 生态环境建设中应坚持因地制宜原则。黄土高原和黄土丘陵地区应综合治理水土流失, 提高土地资源利用率和生产力。水土流失以沟壑发育危害最重, 但沟蚀的主要动力来自于坡面径流。因此水土保持必须以/ 固沟保塬0为目的, 坚持/ 综合治理, 重在治坡0原则, 通过农业基本建设, 消除坡面产流条件, 在控制水土流失的同时, 实现/ 全部降水就地拦蓄0, 改善土壤水分条件, 提高旱作农业产量。并在此基础上, 调整产业结构, 发展果、牧业。土石山区应加强水源涵养水土保持林建设, 以调节径流、减少泥沙, 促进水资源可持续利用。并在此基础上加强水利工程建设, 缓解长期困扰该地区的缺水问题。

以煤矿为代表的矿山环境灾害, 是当地生态环境中的一个突出问题, 主要有瓦斯排放、矿井排水、地下水位下降, 地面沉降、固体废弃物排放等。必须合理确定矿山开发的规模与进度, 综合利用瓦斯、矿井排水和矸石, 将矿山建设与土地复垦整理结合起来, 实现可持续矿业。

3.2.3 黄土高原北部半干旱气候草原、森林草原类型区(0区) 本区以托克托) 准格尔旗) 盐池) 兰州一线为北界, 总面积约 16.80 万 km², 地形以黄土丘陵为主。东部为雁北宽谷低丘, 属于海河支流永定河的上游, 存在着水土流失、土壤沙化、盐碱化、污染等问题^[2]; 中部为晋陕蒙接壤长城沿线覆沙丘陵、峁状丘陵和白于山南麓丘陵区, 农业生产以种植业为主, 水资源紧缺, 水土流失、土地荒漠化严重, 是黄土高原主要的多沙、粗沙区。六盘山以西的两西

(西海固、定西)干旱丘陵区,资源贫乏,人口密度大(100~150人/km²),水土流失严重,是黄土高原生态建设和扶贫开发的重点和难点区。本区适宜发展农、牧(肉羊、绒山羊)业。矿产资源主要集中在中东部地区,煤、石油、天然气等能源矿产丰富^[22],主要工业城市有大同、朔州、榆林等。

本区草原植被占优,以长芒草原分布最广,其他如芨芨草原等。除少数高山及河湖滩地外,乔木多散生,难以成林,主要有侧柏、臭柏、杜松、白桦、樟子松等。灌丛植物中沙棘、枸杞、拧条、酸枣、小叶锦鸡儿较多。覆沙黄土丘陵上,锦鸡儿和油蒿群落占优势,主要牧草有大针茅、早熟禾、紫花苜蓿、红豆草、沙打旺、无芒雀麦、冰草等。本区实质上是典型黄土高原和风沙草原之间的过渡地带,水土流失是最主要的环境问题。水蚀和风蚀活跃,水土流失强度居黄土高原之首。本区东、中部的能源开发,破坏自然植被,造成了严重的人为水土流失,区内有泾河、北洛河、无定河、永定河等河流的源头,多暴雨,洪水与干旱灾害频繁。

本区地形起伏破碎,水土流失严重,必须综合治理,在加强基本农田建设的同时,实现坡耕地退耕还林还草、农业结构调整和畜牧业的发展。本区处于向干旱气候过渡的地区,植被建设必须以草、灌为主,根据立地条件和土壤水分条件选择恰当的品种。淤地坝工程和坝系农业在本区具有重要地位,是实现植被和生态恢复的保证,是今后水土保持生态工程建设重点之一。针对人为水土流失,在矿山开发的同时,减少人类活动对植被的破坏和弃土、弃渣的随意丢弃;并妥善利用矿井排水,经回收处理后用于回补地下水或矿区生产、生活及环境建设。本区东部大同盆地和长城沿线风沙区都存在因农业灌溉造成的环境问题如土地次生盐碱化和地下水位下降,应加强节水农业建设。

3.2.4 黄土高原西北部干旱气候荒漠草原类型区(0区) 本区位于黄土高原西部边缘、黄河上游,总面积约4.43万km²,由黄土梁峁缓坡丘陵和河谷盆地组成,盆地和河谷阶地地势平坦,可以引水灌溉,是种植业地带。本区土地资源相对丰富,地产水量甚微,是黄河径流的消耗区。黄河流经本区西部,水利水电资源丰富,过境径流达到336亿m³/a^[24,25],但水低地高,水资源开发程度有限。区内主要植被是以短花针茅、沙生针茅为主组成的荒漠草原,树种有拧条、梭梭、油蒿、沙棘、沙枣、红沙、白刺、白沙蒿、盐爪爪及各种杨、旱柳等。本区主要的生态环境问题是干旱和荒漠化,其次是水土流失,工业污染集中

在兰州和白银两市。本区处于黄土高原的上风、上水方向,防治荒漠化和水污染,对整个黄土高原地区和黄河流域都有重要意义。针对干旱和荒漠化问题,必须加强水利建设,本区水力资源丰富,可以发展引黄提灌,通过节水灌溉来发展农业生产和恢复植被,同时注意天然降水的拦蓄利用,并采取各种保墒手段,减少无效的土壤水分蒸发。

3.2.5 黄河上游山地垂直气候高原森林、草原类型区(0区) 本区位于黄土高原地区最西端,全区域总土地面积约为3.51万km²,行政上分属青海省西宁市和海东地区,是青海省重要的农业区和自然条件最优越、人口最稠密、经济最发达的地区。本区处于黄土高原向青藏高原的过渡地带,两大高原的特点兼备。山高谷深,地势起伏,由石质高山、黄土丘陵和河谷平川三个地貌单元组成。石质高山横亘于区内北中南三段,北段为祁连山和冷龙岭,中段有达坂山、日月山和拉脊山等,南端为西倾山。河流受山系走向制约,较大的河流有北部的大通河、中部的湟水、南部的黄河,年径流量分别为23.12、26.31和225.30亿m³^[11]。水利水电资源丰富,区内水资源总量达到125亿m³/a^[24,25](黄河)兰州区间,包括洮河、湟水等),但地高水低,开发利用困难。

本区大部分属温带,气温垂直地带规律明显,降水量由石质高山向河谷平原递减,天然植被自低向高依次出现荒漠草原、草原、森林和高山草甸景观。森林多分布在高山阴坡,主要树种有山杨、白桦、松、柏、云杉、青海云杉等。与黄土高原东部不同,喜阴的云杉、青海云杉等寒温带暗针叶林为优势植被^[26]。本区主要的环境问题是植被破坏和水土流失,环境污染主要集中在西宁市。由于滥垦、滥伐、过牧,本区林草植被破坏相当严重,同时也造成了严重的水土流失和其他环境问题。本区是黄土高原地区和黄河流域重要的水源区,径流量占黄河的19%,黄土高原水资源总量的23%。生态功能的主要地位是水源保护、山区森林保护、农牧区水土保持和城市污染防治。

植被破坏的主要动力是粮食和能源的缺乏。本区气候干冷,粮食单产不高,因此在生态环境建设中必须以水土保持为核心,采取良种、合理施肥、地膜覆盖等措施,提高单位面积农产品的产量,实现/退耕还林0,达到以开发促治理,以人工治理促自然恢复的目的。区内及临近地区水电、煤炭、天然气等能源丰富。通过/以煤代柴0、/以电代柴0可以进一步减轻人类活动对天然植被的破坏。

3.2.6 鄂尔多斯高原干旱气候荒漠草原))草原

类型区(Ö区) 本区位于典型黄土高原以北,总面积约 8.06 万 km²。光热条件好,干旱少雨蒸发量大,属内流区。人口稀少,是以蒙古族为主体的牧区和半农半牧区。由于人类不合理的活动,植被破坏和土地荒漠化现象非常严重,现已形成库布齐和毛乌素两大沙漠。库布齐沙漠植被以稀疏的油蒿、籽蒿半灌木丛以及沙拐枣为主,毛乌素及鄂尔多斯中部沙地以油蒿半灌木植被以及拧条、中间锦鸡儿稀疏灌丛占优势。

本区是影响我国北方和整个东亚)北太平洋地区沙尘暴的源头之一,生态功能定位应是保护和恢复草原植被,防止荒漠化的发展和扩散。荒漠化的主要原因是草场超载带来的植被退化,其次是农业和矿产资源开发中的植被破坏,治理荒漠化的关键是植被恢复。除了人工草地建设和/轮封轮牧外,必须加强畜种改良、调整畜群结构,提高商品率和出栏率,减少载畜量,改变经营方式,推广/幼畜肥育、冬前出栏和/牧区繁殖、农区育肥,减少冬节掉膘、死亡的损失。农业生产必须采取保护性措施,以控制风蚀,对于易遭受风蚀的土地必须退耕,恢复永久性植被的保护。矿产开发中,应避免出现大规模裸露的松散碎屑物质和矿山排水造成固沙植物枯死。

3.2.7 河套平原干旱气候荒漠草原))) 绿洲类型区(×区) 本区是黄土高原最偏西北的一个生态地带,包括宁夏平原、后套平原、土默川平原,以及周围山地。总面积约 5.07 万 km²。属荒漠、荒漠草原和干草原地区,草原分布在乌梁素湖以东的土默川地区。黄河通过本区,区内用水量高达 145 亿 m³/a^[27],形成了/塞上江南的绿洲景观。原始地带性植被仅保留在山前干旱坡地,荒漠植被以超旱生的小灌木和小半灌木占优势,有红沙、白刺、白沙蒿、黑沙蒿、沙枣、盐爪爪等,草原区以短花针茅等多种针茅为建群种。煤铁和有色金属矿产丰富,主要工业城市有包头、呼和浩特、乌海、石嘴山、银川、青铜峡等^[22]。本区为腾格里、乌兰布和、库布齐、毛乌素等沙漠分隔包围^[28]。生态环境脆弱,对黄河水的依赖程度很高,但由于灌溉技术的落后,大量消耗黄河水,加剧了黄河流域水资源的紧张,也导致了绿洲内部的次生盐碱化等环境问题。

本区是黄土高原地区开发建设重点区域,也是遏制中亚大沙漠东侵南下的前哨,生态功能重要。今后生态建设的重点应是荒漠化防治和节水工作。通过各种手段,保护天然植被,在绿洲周围营造防护林带,在绿洲内部建设防护林网。加强灌区节水改造,以渠系防渗为重点,合理开发地下水,控制潜水

水位,减轻蒸发损失和土壤盐碱化,采用先进灌溉技术和设备,实现/节水优产,加强灌排水网建设,实现灌区水盐平衡,并调整农业结构,减少高耗水的水稻等作物的种植。

参考文献:

- [1] 焦 锋,杨勤科,雷会珠,等. 关于黄土高原农业、生态环境建设与土地资源问题的研究[J]. 水土保持研究, 2000(2): 55-57.
- [2] 赵诚信,常茂德,李建军,等. 黄土高原地区自然环境与土地人口承载力研究[J]. 土壤侵蚀与水土保持学报, 1996, 2(2): 65-74.
- [3] Foster Ndubisi, Terry DeMeo, Niets Dittio. Environmental Sensitive Area: a Template for developing greenway corridors. Land and Urban planning, 1995, 33(1-3): 159-177.
- [4] Frederick Steiner, John Blair, Laurel McSherry et al. A watershed at a watershed: the potential for environmentally sensitive area protection in the upper San Pedro Drainage Basin (Mexico and USA). Landscape and urban planning, 2000, 49(3-4): 129-148.
- [5] 朱显谟. 黄土高原土壤与农业[M]. 北京: 农业出版社, 1989. 2) 122.
- [6] 王义凤. 黄土高原地区植被资源及其合理利用[M]. 北京: 科学技术出版社, 1981.
- [7] 杨文治,邵明安. 黄土高原土壤水分研究[M]. 北京: 科学出版社, 2000. 1) 28, 115) 133.
- [8] 吴普特,汪有科,范新科. 黄土高原林草植被建设高效用水技术[M]. 杨凌: 西北农林科技大学出版社, 2002. 1) 28.
- [9] 杨文治,余存祖. 黄土高原区域治理与评价[M]. 北京: 科学出版社, 1992.
- [10] 李 靖. 黄土高原地区农业水资源可持续利用的问题与举措[J]. 中国农业科技导报, 2000(4): 29-33.
- [11] 中国科学院黄土高原科学考察队. 黄土高原地区土壤资源及其合理利用[M]. 北京: 科学出版社, 1991. 242) 306.
- [12] 史念海. 论历史时期我国植被的分布及其变迁[J]. 中国历史地理论丛, 1991, 3: 43) 73.
- [13] 朱志诚. 黄土高原森林草原的基本特征[J]. 地理科学, 1994, 14(2): 52) 155.
- [14] 刘东升,丁梦麟. 黄土高原#农业起源#水土保持[M]. 北京: 地震出版社, 2004. 15) 19.
- [15] A. Mackenzie, A. S. Ball & S. R. Virdee. 生态学[M]. 北京: 科学出版社, 2000. 1) 5.
- [16] 张金屯,李素清. 应用生态学[M]. 北京: 科学出版社, 2003. 250) 299.
- [17] 吴次芳,徐保根. 土地生态学[M]. 北京: 中国大地出版社, 2003. 81) 85.
- [18] Ola Hall, & Wolter Arnberg. A method for landscape regionalization based on fuzzy membership signatures. Landscape and Urban Planning, 2002, 59(4): 227) 240.
- [19] 杨文治,马玉玺,韩仕峰,等. 黄土高原地区造林土壤水分生态分区研究[J]. 水土保持学报, 1994, 8(1): 1) 9.

(下转第 206 页)

Application of radioactive fallout cesium- 137 for soil erosion measurement

WEI Yan2chang, OUYANG Zh2yun, MIAO Hong, WANG Xia2ke, GAO Jun

(Key Lab of Systems Ecology, Research Center for Eco- environmental Sciences,
Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085, China)

Abstract: Applying radioactive fallout cesium- 137 (^{137}Cs) for soil erosion measurement, one can swiftly, accurately and conveniently acquire the detail information on soil erosion, sedimentation and spatial redistribution. This paper presented the fundamentals of this technique and summarized its advantages and limitations. Two key problems of ^{137}Cs technique, namely acquiring the reference value ^{137}Cs fallout in research area and selecting the quantitative model about the amount of ^{137}Cs lost from the erosion site and soil erosion rate, were discussed in detail. Some base assumptions of application ^{137}Cs technique are also discussed. Improving sampling method, integrating O3S0 technique and aerial survey approach, using two or three nuclides as tracer at same time for soil erosion research can make the ^{137}Cs technique more perfect. Through Research on the relationship of ^{137}Cs with soil carbon, soil microorganism and other soil properties, the service fields of this technique will be extended.

Keywords: Cesium- 137 (^{137}Cs); reference value; soil erosion

(上接第 148 页)

- [20] 刘昌明, 陈志恺. 中国水资源现状评价和供求发展趋势分析 [M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2002.
- [21] 陕西省农业区划委员会. 陕西省农业自然资源 [M]. 西安: 西安地图出版社, 1988.
- [22] 中国科学院黄土高原综合考察队. 黄土高原地区综合治理开发分区研究 [M]. 北京: 中国经济出版社, 1991.
- [23] 中国科学院中国自然地理编辑委员会. 中国自然地理总论 [M]. 北京: 科学出版社, 1985.
- [24] 叶青超, 吴祥定, 唐克利. 黄河流域环境演变与水沙运行规律研究 [M]. 济南: 山东科学技术出版社, 1994.
- [25] 唐克丽主编. 中国水土保持 [M]. 北京: 科学出版社, 2004. 194) 208.
- [26] 林业部林业区划办公室. 中国林业区划 [M]. 北京: 中国林业出版社, 1987.
- [27] 任继周, 唐华竣. 西北地区农牧业可持续发展与节水战略 [M]. 北京: 科学出版社, 2004.
- [28] 朱震达, 吴正, 刘恕, 等. 中国沙漠概论 [M]. 北京: 科学出版社, 1980.

The discussion on further study of ecological zoning on the loess plateau

SHU Ru2jie^{1,3}, GAO Jian2en^{1,2,3}, ZHAO Jian2min¹, WU Pu2te^{1,2,3}, ZHANG Qing2feng¹

(1. Northwest Science & Technology University of Agriculture and Forestry, Yangling Shannxi 712100;

2. Institute of Soil and Water Conservation CAS and MWR, Yangling Shannxi 712100;

3. National Engineering Research Center for Water Saving Irrigation at Yangling Shannxi 712100)

Abstract: The division of ecological region is the base for the management and continual development of natural resources. It provides construction of ecology and environment and making of environmental management policies with scientific basis. After synthetic analysis of ecological and environment features of the Loess Plateau, the ecological stage and main ecological problems of the area are cleared. According to its natural features, similarities and differences of internal structure, we got the principles, basis and inductors for sub region of the Loess Plateau through cluster analysis of climate parameters, soil parameters, cover parameters and other social and economic factors. Then seven first grade sub regions are got, also the missions and way of ecology construction and structure of ecosystem for every subera are provided.

Keywords: The Loess Plateau; ecological Zoning; regional Variance; ecological reconstruction