

基于神经网络的西藏拉萨地区生态环境分类

除 多

(西藏高原大气环境科学研究所, 西藏 拉萨 850000)

摘 要: 根据生态环境分类指标的科学性、完备性、简洁性和数据的可获取性, 选取了影响拉萨地区生态环境的主要地形和气候因子高程、坡向、 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 积温、年平均温度、年平均降水量、潜在蒸散量和湿润度等 7 个有代表性的指标, 利用 GIS 的空间内插方法将所有这些指标转成 $100\text{ m} \times 100\text{ m}$ 的空间栅格数据, 再根据每个指标特定的地理和环境意义进行指标的分带, 对 7 个指标进行主成分分析后提取主要信息。通过选择 4 个典型样区作为训练区, 对拉萨地区的生态环境进行了分类。结果表明, 拉萨地区的主要生态环境类型包括河谷农业类型、山地草原类型、高山草甸类型及高山裸岩及冰雪类型。其中, 高山草甸和山地草原生态环境类型占主导, 分别为 $10\,768.52\text{ km}^2$ 和 $10\,646.6\text{ km}^2$, 各占总面积的 36.61% 和 36.20%, 而河谷农业类型占总面积的 10.75%。此外, 拉萨地区分布有较大面积的高山裸岩及冰雪区生态环境类型, 面积为总面积的 14.16%。作为特殊类型的生态环境类型, 拉萨地区境内的纳木错的湖泊面积是 668.76 km^2 , 占该湖面积的近一半和拉萨地区总面积的 2.27%。

关键词: 生态环境分类; 神经网络; 西藏拉萨地区

中图分类号: X171.1

文献标识码: A

青藏高原受温度、水分条件区域差异的制约, 植被、土壤及动物的分布以及地形发育过程从东南至西北呈现带状的更迭。这种分布形势反映了高原在地理位置的影响下对水平地带性的巨大改变。西藏高原的土地利用现状和利用程度、利用方式和土地覆被状况都受到这些自然条件的影响和限制。

20 世纪 70 年代青藏高原综合科学考察队建立了青藏高原比较完整的综合自然区划方案和指标, 将西藏划分为喜马拉雅南翼雨林与山地常绿阔叶林地带、藏东山地针叶林地带、那曲高山灌丛草甸地带、藏南山地灌丛草原地带、羌塘高山草原地带、阿里山地半荒漠与荒漠地带和昆仑高山半荒漠与荒漠地带等 7 个自然地带。根据这一方案, 拉萨地区当雄谷地以北属于羌塘高山草原地带的南羌塘大湖自然区, 其余的属于藏南山地灌丛草原地带的雅鲁藏布江中游自然区^[1]。

本文依据以上的综合自然区划方法和指标, 结

合 20 世纪 80 年代开展的“全区第一次土地资源调查”^[2] 和 90 年代开展的“西藏‘一江两河’中部流域地区环境遥感动态监测”项目^[3]“拉萨市农业气候资源”研究成果^[4] 西藏自治区“一江两河”地区综合开发生态环境规划^[5], 并考虑拉萨地区特定的生态环境特征, 选取高程、坡向、 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 积温、年平均降水、湿润系数、年平均温度和潜在蒸散量等 7 个主要的地形和气候因子作为主要的生态环境因子, 利用主成分分析和神经网络分类方法, 对拉萨地区生态环境进行综合分类研究。

1 研究区域概况

拉萨地区位于青藏高原中部稍偏东南, 雅鲁藏布江中游北部及其支流拉萨河流域, 地理位置为 $29^{\circ}14'26'' \sim 31^{\circ}03'45''\text{N}$, $89^{\circ}45'9'' \sim 92^{\circ}37'16''\text{E}$, 南北纬差为 $1^{\circ}49'20''$, 距离为 202.53 km , 东西经差

收稿日期(Received date): 2005- 02- 14; 改回日期(Accepted): 2005- 06- 25。

基金项目(Foundation item): 国家自然科学基金资助项目(40361001)和中国气象局配套资金资助。[This research is supported by Chinese National Science Foundation under Grant No. 40361001, and the matching fund of China Meteorological Administration (CMA).]

作者简介(Biography): 除多(1969—), 西藏白朗县人, 博士, 高级工程师, 主要从事环境遥感与 GIS 应用。E-mail: chu@yahoo.com [Chu Duo(1969—) male, native place: Panam County, Shigatse Prefecture, Tibet Autonomous Region. Degree: PhD Professional position: Associate Professor Research field: Environmental remote sensing and GIS application.]

2°52′07″, 距离为 276.43 km, 总土地面积 29 426.96 km², 包括达孜县、堆龙德庆县、尼木县、当雄县、林周县、墨竹工卡县、曲水县及城关区 8 个县(区)(图 1)。拉萨地区地貌的基本特征是山峦重叠, 山高坡陡, 沟谷纵横, 沟深谷狭。具体表现为西部高、东部低, 北部高、南部低; 境内水系多, 水源丰

富, 流域范围大; 雅鲁藏布江在本地区内及拉萨河下游河段海拔均< 4 000 m。拉萨地区属于高原温带半干旱季风气候区, 主要特点是: 太阳辐射强, 日照时间长; 常年气温偏低, 四季不分明; 日温差大, 年温差小, 干湿季分明, 干季多大风; 夜雨率高, 年降水量小; 年蒸发量大^[3,5]。

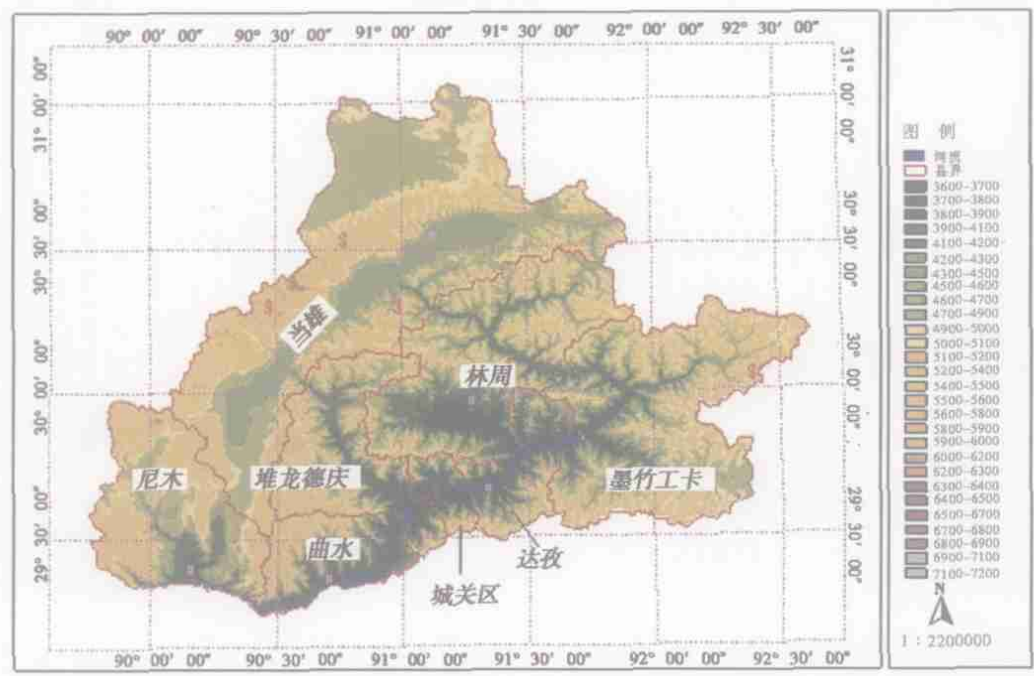


图 1 拉萨地区行政区划图
Fig. 1 Administrative boundary in Lhasa area

2 研究方法

根据拉萨地区的生态环境和地域分异规律特点, 从生态环境分类指标的科学性、完备性、简洁性和数据的可获取性出发, 选取了高程、坡向、 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 积温、年平均温度、年平均降水、潜在蒸散量和湿润度等 7 个有代表性的指标。所有这些指标为 100 m \times 100 m 的空间数据。这些指标由于量纲不一致, 为了计算方便又根据特定的地理和环境意义进行了指标分带。为了获取这 7 个指标的绝大部分信息, 利用主成分分析方法进行了数据压缩。主成分分析所生成的前三个主成假彩色合成图(图 2)作为神经网络分类的输入数据。为了节省机时, 能尽快神经网络迭代收敛, 数据从采样到 200 m \times 200 m 间隔的图像, 通过选择 4 个典型样区作为训练区, 经多次迭代, 最终的分类结果见图 3。拉萨地区北部的纳木错是图像分类之后叠加上去的。

2.1 主要生态环境要素分区与编码

由于参加生态环境综合分类的因子较多, 包括地形因子(高程和坡向), 气候因子($\geq 0^{\circ}\text{C}$ 积温)、年平均温度、年平均降水、潜在蒸散量和湿润度, 共计 7 个因子。各因子的量纲不一致, 所以根据 1970 年代青藏高原综合科学考察队建立的西藏高原比较完整的综合自然区划方案和指标、1980 年代开展的“全区第一次土地资源调查”和 1990 年代开展的“西藏‘一江两河’中部流域地区环境遥感动态监测”项目和拉萨市气候资源课题等相关资料建立了各要素的分区方案。

2.1.1 高程分带及其编码

高程带指海拔高度的相应分带结果, 由数字高程模型(DEM) 经计算而派生形成。分带区间范围不尽一致, 各带具有 300~ 500 m 的高差区间, 主要是采用了众多有现实指示意义的海拔高度数据^[4] (表 1)。

表 1 海拔高度分带区间及其编码

| Table 1 Elevation zonation and code | | | | | | | | |
|-------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 分带区间 | 3300~ | 3600~ | 4000~ | 4300~ | 4700~ | 5100~ | 5500~ | > 6000 |
| (m) | 3600 | 4000 | 4300 | 4700 | 5100 | 5500 | 6000 | |
| 分带编码 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |

2. 1. 2 坡向分带及其编码

坡向也是在 DEM 基础上的一种空间数据计算结果。坡向的原始结果以 N 为 0° 顺时针 360° 表示, 在确保正北向 (阴坡) 和正南向 (阳坡) 范围的条件下, 划分为 6 个坡向区间, 其相应编码以代表相应方向的英文字母和代表其分级的数字表示^[4] (表 2)。

表 2 坡向分区范围及编码

| Table 2 Aspect zonation and code | | | | | | |
|----------------------------------|------------|-----------|------------|-------------|-------------|-------------|
| 坡向范围 | 330° ~ 30° | 30° ~ 90° | 90° ~ 150° | 150° ~ 210° | 210° ~ 270° | 270° ~ 330° |
| 范围编码 | N | NE | SE | S | SW | NW |
| 分级编码 | 1 | 2 | 3 | 4 | 3 | 2 |

2. 1. 3 ≥0 °C 积温的分带及其编码

春季日平均气温稳定通过 0 °C 与本地土壤昼消夜冻, 冬小麦、油菜等冬作物开始萌动, 早春作物开始播种, 牧草萌发, 春耕等农事活动开始相吻合。稳定通过 0 °C 终日与越冬作物停止生长, 土壤开始冻结, 牧草休眠时间相当。因此, 春季从日平均气温 0 °C 初日到秋季平均气温 ≥0 °C 终日的天数, 被认为是作物 (包括多年生果木) 广义生长期, 或称农耕期。这期间的积温也称年总积温, 是农牧业重要的热量指标^[5]。

拉萨地区秋季早霜冻出现后, 作物和牧草停止生长, 早霜初日 (日最低气温 < 0 °C) 至当年日平均气温 ≥0 °C 终日之间的积温不能被作物所利用。拉萨地区的年积温分级及其意义见表 3。

表 3 ≥0 °C 积温的分带及其编码

| Table 3 ≥0 °C accumulated temperature delineation and code | | |
|--|--------------|---------------------------|
| 分级编号 | 分级区间 (°C) | 意义 |
| 1 | < 1 000 | 高山寒漠或终年积雪带 |
| 2 | 1 450~ 1 000 | 纯牧区或高山寒漠带 |
| 3 | 1 800~ 1 450 | 半农半牧 |
| 4 | 2 500~ 1 800 | 一年一熟产量较高 |
| 5 | > 2 500 | 可种早熟玉米, 喜凉作物热量一年一熟有余, 产量高 |

2. 1. 4 湿润系数分级

降水量与蒸发量之比称为湿润系数, 它是表征一个地方干、湿程度的指标。计算湿润度的方法很多, 这里采用的是伊万洛夫经验公式, 其表达式为:

$$K = PR/B_0 = PR/(0.0018(T + 25)^2(100 - f))$$

式中 K 为湿润度; PR 为降水量 (mm); B_0 为蒸发力 (mm); T 为平均气温 (°C); f 是相对湿度 (%)。拉萨地区伊万洛夫湿润系数的分级标准和对应的自然植被景观见表 4。

表 4 拉萨地区湿润系数的分级标准和对应的自然植被景观
Table 4 Humidity coefficient classification and corresponding landscape

| 分级编号 | 名称 | 分级区间 | 自然景观 | 农业措施 |
|------|------------|----------|--------------|------|
| 1 | 半干旱 | 0.3~ 0.4 | 荒漠草原 | 依靠灌溉 |
| 2 | 半干旱 半湿润 | 0.4~ 0.6 | 干草原、 荒漠草原 | 需要灌溉 |
| 3 | 半湿润 | 0.6~ 1.0 | 草原 | 补充灌溉 |
| 4 | 湿润 | > 1.0 | 森林 | 涵养水分 |

同样, 根据彭曼- 孟蒂斯公式 (Penman- Monteith) 计算得到的潜在蒸散量及年降水总量和年平均温度等环境要素值, 根据这些指标特定的区域含义进行了分类和编码。

2. 2 主成分分析方法

由于参加分析的生态环境因子较多, 为了有效地利用生态环境因子的综合信息, 采用主成分分析方法 (PCA, Principal Component Analysis) 进行数据浓缩。

PCA 作为一种常用的统计分析方法, 主要用于进行数据压缩或减少数据的维数。它是对一组相关的变量进行线性变换, 得到一组维数不变, 但彼此互不相关的变量, 亦即一组主成分。由于各主成分是不相关的, 因此可以认为它们是一组独立变量。主成分按其所含信息量多少排序, 一般前几个主成分即包含总信息量的大部分。因此, 在随后的分析中只用前几个主成分而不会导致主要信息损失。主成分分析方法大都用于数据压缩和多变量综合分析时用于减少数据的维数。

主成分分析的算法可以归结为对等式的特征值求解, 式中 V 是一组相关变量的协方差矩阵, 是求解的特征值, 是单位矩阵, 是与特征值相对应的特征向量, 而 0 是零向量。在该等式中, 协方差矩阵的元素相对大小直接影响特征向量和特征值求解结果。如果在某个变量中出现个别异常值, 那该变量的方差及与之有关的协方差将随之增加。

在地理信息系统软件 ARC/INFO 的 GRID 模块支持下, 将高程、坡向、≥0 °C 积温、年平均温度、年平均降水、潜在蒸散量和湿润度等 7 个因子进行了主成分变化, 分析结果见表 5。

表 5 拉萨地区生态环境背景因子的主成分变换结果

Table 5 Output of principal component analysis

| 背景因子 | PC# 1 | PC# 2 | PC# 3 | PC# 4 | PC# 5 | PC# 6 | PC# 7 |
|------------|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 生态背景因子 | 潜在蒸散量 | 0. 75 231 | 0. 45 134 | - 0. 4 478 | - 0. 11 605 | - 0. 2 989 | 0. 0 868 |
| | ≥0℃积温 | 0. 45 134 | 0. 71 162 | - 0. 68 186 | 0. 18 178 | 0. 00 691 | - 0. 1 231 |
| | 高程 | - 0. 4 478 | - 0. 68 186 | 0. 91 442 | - 0. 32 894 | - 0. 11 933 | 0. 15 857 |
| | 降水 | - 0. 11 605 | 0. 18 178 | - 0. 32 894 | 0. 76 521 | 0. 23 786 | 0. 06 559 |
| | 湿润度 | - 0. 2 989 | 0. 00 691 | - 0. 11 933 | 0. 23 786 | 0. 35 623 | - 0. 16 442 |
| | 坡向 | 0. 0 868 | - 0. 1 231 | 0. 15 857 | 0. 06 559 | - 0. 16 442 | 1. 91 532 |
| | 年平均温度 | 0. 69 958 | 0. 85 193 | - 1. 10 833 | 0. 38 162 | 0. 05 589 | - 0. 17 221 |
| 特征值 | 3. 36 729 | 1. 93 106 | 1. 06 724 | 0. 28 984 | 0. 16 712 | 0. 05 526 | 0. 04 178 |
| 所占信息百分比(%) | 48. 66 | 27. 91 | 15. 42 | 4. 19 | 2. 42 | 0. 80 | 0. 60 |
| 信息累计百分比(%) | 48. 66 | 76. 57 | 91. 99 | 96. 18 | 98. 60 | 99. 40 | 100. 00 |

由表 5 可知,第一二和三主成分所含的信息量分别为 48. 66%、27. 91% 和 15. 42%,其累计信息含量大约为 92%。也就是说,这 3 个因子可以用来表征原来 7 个生态背景因子的 92% 的信息量。前 3 个主成分的假彩色合成图像见图 2。

2.3 神经网络分区

人工神经网络 (Artificial Neural Networks, ANN) 系统是由大量处理单元(神经元)相互联结的网络结构,是人脑的某种抽象、简化和模拟。ANN 的信息处理是由神经元之间的相互作用来实现的,知识和信息的存储表现为网络结构分布式的物理联系,网络的学习和决策过程决定于各种神经元连接权值的动态变化过程。由于 ANN 神经元通常采用

非线性的作用函数,其动态运行则构成了一个非线性动力系统,具有不可测性、不可逆性、多吸引子的特点,从而可模拟大规模自适应非线性复杂系统。目前,人工神经网络广泛遥感图像的分类、专题信息的提取领域^[7]。

本研究采用目前在遥感图像分类中应用最为广泛的神经网络标准反向传播学习算法^[8],对拉萨地区生态环境因子的前 3 个主成分生成的合成图像进行了分类,其结果见图 3。

反向传播(Back Propagation, BP) 学习算法是多层感知器(Multi-Layer Perception) 模型中被最广泛应用的,是把一组样本的输入、输出问题变为一

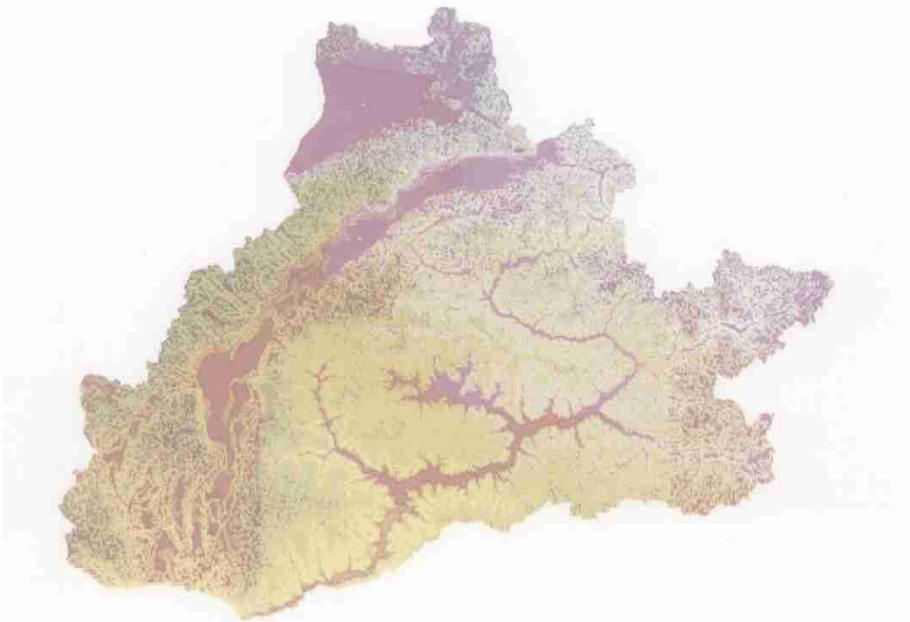


图 2 生态环境因子的前三个主成分假彩色合成图像

Fig. 2 False color image of first three principal components of PCA

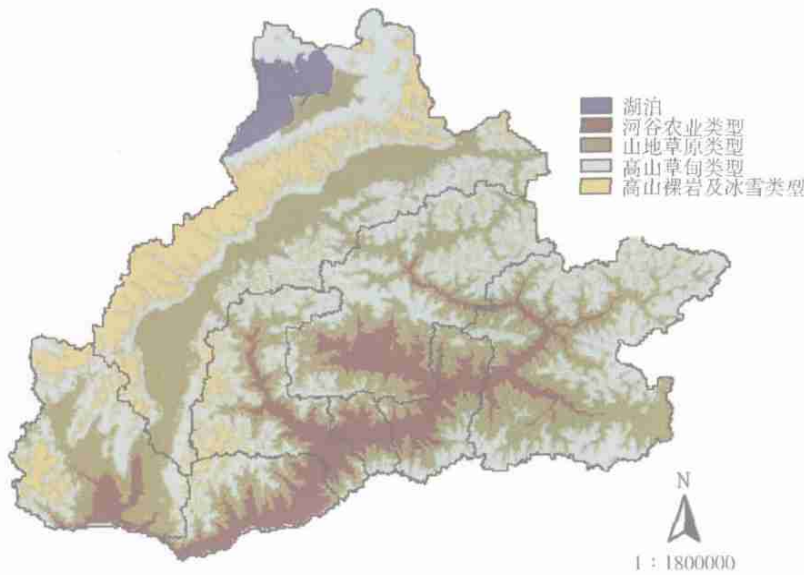


图3 拉萨地区生态环境类型

Fig. 3 Ecoregional types in Lhasa area

个非线性优化问题。BP 算法是最小均方误差 (LMS) 算法的一般化, 用梯度搜索技术, 使等于均方差的代价函数最小。网络开始训练时选用较小的随机互联权值与内部阈值, 通过反复加载训练样本并调整权值, 直到代价函数下降到可以接受的容限值。BP 算法正是将非线性多层感知器系统的判决能力与均方误差函数极小化的 LMS 算法相结合的产物。在 BP 算法中, 为满足非线性与连续可微的条件, 结点强制非线性输出函数, 又称激励函数, 一般选用 Sigmoid 型函数

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-(x+a)/b}}$$

式中 a 为阈值, 正阈值的作用将使激励函数沿 x 轴左平移, 而的 b 作用是改变激励函数的形状。在 j 层, 结点的输入值为 $net_j = \sum_i w_{ji} O_i$, 输出值为: $O_j = f(net_j)$; 同样在输出层的输入为: $net_k = \sum_i w_{ki} O_i$, 输出值为: $O_k = f(net_k)$ 。

对于一输入样本, 其平方误差可定义为

$$E_p = \frac{1}{2} \sum_k (t_{pk} - O_{pk})^2$$

对于整个网络系统的总均方误差为

$$E = 1/p \sum E_p$$

式中 p 为训练样本总数。

网络训练的找到是一组权值, 使 E 极小化。LMS 算法用梯度下降法, 即权重的增量正比于误差的负导数, 使得过程收敛。

BP 算法的学习过程, 由正向传播和反向传播组成。在正向传播过程中, 输入信息从输入层经过隐层, 再传向输出层, 每一层的神经元的状态值只影响下一层的神经元的状态值; 如果在输出层不能得到预期的输出值, 则转入反向传播, 将误差信号沿逆向通路返回, 通过修正各层神经元的权值, 使得网络的总误差值收敛到极小。

3 基于神经网络的生态环境综合分类

一个区域的生态环境特征随该地区的生境条件、生态系统演化过程及人类的干扰程度而异。拉萨地区由于海拔高、地势复杂、气候特殊加上相对于高原其他地区来说人类活动的相对集中, 形成了其特有的生态环境。

众所周知, 区域生态系统的形成和演化, 不仅受自然生态规律的制约, 而且由于人类经济活动是建立在自然生态系统之上的, 超强度不合理的开发活动必然造成自然生态系统的退化和破坏。生态系统的退化与破坏反馈于人类, 就会制约经济发展, 从而构成了生态系统的矛盾运动。生态环境综合分类就是利用生态系统的自身规律和其影响要素的地域分异规律特点, 对所研究区域的生态环境进行分类, 对不同的生态单元, 找出其生态环境基本特征, 生态建设与资源开发、经济建设的基本关系及矛盾所在, 找出单元内制约生态环境与经济建设协调发展的主要

因素,并在此基础上提出区域生态环境保护目标,使区域内人口-经济-资源-环境能够协调发展,使人类活动在获取最大的社会效益的同时也不断改善自然环境,使生态环境朝着良性循环方向发展。

3.1 区域生态环境特征

拉萨地区是由高山深谷相间组合并呈西北-东南向微微倾斜的巨大立体块体。西北部念青唐古拉山脉山脊海拔在 6 000~7 000 m 以上,绵延 140 km。东南部山峰脊线 5 300~6 500 m。念青唐古拉山主峰海拔 7 162 m,是本地区海拔最高点。地势由此渐向东南低倾,至拉萨河中下游,才见到海拔 <4 000 m 的河谷曲流。拉萨河与雅鲁藏布江交汇于曲水县东南边界。雅鲁藏布江出境处河滩海拔为 3 550 m,为本地区海拔最低点。它与念青唐古拉山主峰之间形成了本地区海拔相对高差的极值,达 3 612 m,全拉萨地区的平均海拔为 4 616 m。由于受地势高耸的影响,拉萨地区形成了独特的高原季风区。受高山走向的控制,流域内水汽输送受到了很大的限制。印度洋暖湿气流自海洋输送到陆地后,受喜马拉雅山脉阻挡,只能沿喜马拉雅山脉南侧向东移,直至运移到雅鲁藏布江东部的河谷入口才能沿雅鲁藏布江河谷北上进入青藏高原。水汽通过雅鲁藏布江大拐弯处以后,在拉萨地区则自东向西输送。由于受以上自然地理特征和气候要素的影响,该地区的地域分异特点,降水量从东至西呈逐渐减少趋势,地表植被生长状况东部好于西部地区,东部局部地区生长有天然乔木和灌木林,西部则为较为稀疏而产量较低的山地草原;从南到北平均海拔逐渐升高,湿润度北部地区高于南部,在植被方面,南部以山地草原为主到北部逐渐以山地高寒草甸取代;主要的农业集中在南部的拉萨河谷,也是西藏自治区的主要农业种植区之一,而北部的当雄县是纯牧区;南部的气温高于北部地区。

根据以上的生态环境特征和地域分异规律可知,拉萨地区是一个半封闭的、具有多元结构的大型生态环境系统,其基本控制因素包括:海拔、地貌形态、地形坡度、降水量、温度等。同时,区域内各种自然要素的不同组合造就了不同的生态环境单元。各单元具有不同的生态环境特征,也存在着不同的生态环境问题。

由于拉萨河谷是具有悠久的农业开发历史的地区之一,数千年来已积累起来的人类活动已形成对生态环境,特别是农业生态环境的明显的影响。而

且,随着人口的增长和人类活动的加剧,人类对环境影响的广度和深度还在不断增加,特别是河谷地区,活跃的人类活动使本来就十分脆弱的生态环境受到了不同程度的破坏。水土流失、草场退化及由此带来的草畜供需矛盾日益突出,大部分地区农田低产且产量不稳等问题,已构成进一步利用土地资源的和发展农牧业生产的严重障碍。

3.2 分类结果

由于受高大地形和气候等众多因素的影响,拉萨地区的生态环境特征在不同的地段有差异。根据神经网络分类得出,拉萨地区主要有 5 种类型的生态环境:

1. 河谷农业类型 位于拉萨河河谷及其支流的谷地以及雅鲁藏布江支流尼木河河谷,总面积为 3 163.24 km²(表 6),占全拉萨地区的 10.75%。这些地区水热资源较为充足,相对海拔较低,地势较平坦,河流为游荡型河床。在河谷地带形成了大面积的湿地环境。拉萨地区的农作物种植都集中在这些河谷的平地 and 阶地,也是全自治区的农业生产基地之一。由于水资源条件较好,土壤肥沃,粮食产量较高。以土地利用为主要方式的人类活动也主要集中在该地区。

2. 山地草原类型 河谷两边的山坡及中高山属于山地草原类型,其平均海拔一般在 4 000 m 左右,总面积为 10 646.6 km²,占整个区域的 36.20%。该类型的特点是:由河谷地区向上,坡度开始变陡,对水分的存储能力降低,环境变得较为干旱;虽然温度仍然较高,由于水分条件差异,植被生长受到很大程度的限制;同时,水土流失较为严重,土层较薄,是全地区生态环境最为脆弱的地区。主要植被为山地草原、灌丛草原,部分地段有高山草甸,特别是山地的阴坡面。这一生态环境类型还包括拉萨地区产草量较高,且为纯牧区的当雄县河谷。由于这类地区主要用于冬春放牧,且放牧时间较长加上近年来牲畜头数的不断增长,使得这类生态环境有退化的趋势,产草量日趋下降。

3. 高山草甸类型 海拔在 4 600~5 000 m,总面积为 10 768.52 km²,占整个区域的 36.61%,是 5 个生态环境类型中面积最大的一个。其特点是区域生态环境条件较山地草原生态类型又有所好转,主要表现在水热条件较好。主要原因是一方面受融雪水不断补充,植被可利用的水资源更加充分,另一方面随海拔高度的增加,降水有所增加,再加之

气温较低,蒸发量较小。综合作用的结果,该类型的水分条件比下部的山地地区更加充足,植物生长较为茂盛。但由于温度较低,植株矮小,发育了草甸植被,覆盖度较高,草甸植被根系发达,固土能力强,抑制了水土流失的发生。但是,其冻融侵蚀较为特殊。

4. 高山裸岩及冰雪类型 主要分布在海拔 5 000 m 以上,面积为 4 166. 20 km², 占总面积的 14. 16%。虽然融雪等水分条件较好,但因气温低,地势高和土质薄等条件的限制,植被的生长受到了很大程度的限制,很少生长。另外,该地区的高山坡度陡,生境条件脆弱。目前人类的活动还未及此地,因此仍保持成自然生态系统。

5. 湖泊 西藏高原上最大的湖泊——纳木错的东半部分位于拉萨地区境内。纳木错是拉萨地区较为特殊的生态景观类型,其总面积为 668. 76 km²,占拉萨地区总面积的 2. 27%。

表 6 拉萨地区生态环境类型及其面积构成

| Table 6 Ecoregional types in Lhasa area and acreage | | | | |
|---|----------|---------|--------------------|---------|
| 生态环境类型 | 生态环境类型代码 | 频数 | 面积 km ² | (%) |
| 湖泊 | 0 | 16 719 | 668. 76 | 2. 27 |
| 河谷农业类型 | 1 | 79 081 | 3 163. 24 | 10. 75 |
| 山地草原类型 | 2 | 266 165 | 10 646. 6 | 36. 20 |
| 高山草甸类型 | 3 | 269 213 | 10 768. 52 | 36. 61 |
| 高山裸岩及冰雪带类型 | 4 | 104 155 | 4 166. 20 | 14. 16 |
| 总计 | | 735 333 | 29 413. 32 | 100. 00 |

4 结论

1. 拉萨地区的生态环境不仅受到复杂的地形地貌条件的影响,同时受各种气候要素和下垫面状况的影响,既具有一般的地带性分布特征,又呈现出非地带性变化的特殊规律。

2. 拉萨地区的主要生态环境类型包括河谷农业、山地草原、高山草甸、高山裸岩及冰雪和湖泊。其中,高山草甸和山地草原生态环境类型占主导,分别为 10 768. 52 km² 和 10 646. 6 km², 各占总面积的 36. 61% 和 36. 20%, 两者加起来占总面积的 70% 以上,而河谷农业类型占总面积的 10. 75%。此外,拉萨地区分布有较大面积的高山裸岩及冰雪区生态环境类型,面积是 4 166. 20 km², 为总面积的 14. 16%。作为特殊类型的生态环境类型,拉萨地区境内的纳木错的湖泊面积是 668. 76 km², 占拉萨地区总面积的 2. 27%。

3. 不同生态环境类型存在的主要问题
河谷农业生态环境类型方面虽然上个世纪 90

年代西藏“一江两河”农业综合开发等工程的实施使区域生态环境有一定的改善,特别是大面积植树造林和农田防护林等生物工程措施的实施,已经通过改变区域地表植被状况、土地覆盖状况、控制水土流失作用等方面显出效果。但是,由于能源短缺,该类型区内基本上没有有机质的还田或过腹还田,土壤有机质含量得不到提高,土壤结构得不到改善,形成了生态系统的恶性循环。另外,部分山麓地带由于过度采伐灌木等人类活动的影响水土流失较为严重;山地草原生态环境类型方面由于这种类型的坡度较大,对水分的存储能力降低,环境变得较为干旱,土层较薄,加上人类活动影响水土流失较为严重,是生态环境最为脆弱的地区;高山草甸生态环境类型方面由于温差大,冻融较为明显,虽然草甸等植被生长良好,但因过度放牧使得局部地区草场退化严重;高山裸岩和冰雪带类型方面由于气温低、土层薄,冰雪侵蚀严重,但目前基本上处于自然生态系统,人类难以利用,而一旦受到破坏,就难以恢复。

参考文献(References):

[1] Liu Nanwei, Guo Youli. Integrated Physical Geography[M]. Beijing: Science Press, 1994. 2, 102~ 103 [刘南威, 郭有立. 综合自然地理 [M]. 北京: 科学出版社, 1994. 2, 102~ 103]

[2] The Scientific Expedition of Chinese Academy of Sciences (CAS) to Tibetan Plateau. Physical Geography of Tibet [M]. Beijing: Science Press, 1982. [中国科学院青藏高原综合科学考察队. 西藏自然地理 [M]. 北京: 科学出版社, 1982.]

[3] Lhasa Municipality Agriculture and Pastoral Bureau of Tibet. Lhasa Land Resources of Tibet [M]. Beijing: China Agricultural Science and Technology Press. 1991. [西藏自治区拉萨市农牧局. 西藏拉萨土地资源 [M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1991.]

[4] Zhang Zengxiang, Chu Duo, et al. Integrated Assessment and Dynamic Monitoring of Natural Resources and Environment of Central Tibet by Remote Sensing [M]. Beijing: Yuhang Press, 1998. [张增祥, 除多, 等. 西藏自治区“一江两河”地区环境综合评价与动态监测研究 [M]. 北京: 宇航出版社, 1998.]

[5] Lin Rinuan, Li Chun, et al. Climatic Resources for Agriculture in Lhasa, Tibet [M]. Beijing: Meteorological Press, 北京. 2001. 19~ 68 [林日暖, 等. 西藏拉萨市农业气候资源 [M]. 北京: 气象出版社, 2001. 19~ 68]

[6] The Development and Construction Committee for “Three River valley” in the Central Tibet. The Environmental Improving Programming for The Integrated Development in The “Three River valley” in the Central Tibet [R]. 1997. 4 [西藏自治区一江两河开发建设委员会办公室, 等. 西藏自治区“一江两河”地区综合开发生态环境规划 [R]. 1997. 4]

[7] Zhou Chenghu, Luo Jiancheng, et al. Geo- Analysis and Interpretation for Remote Sensing Image [M]. Beijing: Science Press,

1999. 228~ 238 [周成虎, 骆剑承, 等. 遥感影像地学理解与分析 [M]. 北京: 科学出版社, 1999. 228~ 238]

[8] J. A. Richards, *et al.* Remote Sensing Digital Image Analysis [M]. Berlin: Springer-Verlag, 1994. 340~ 341

Ecoregion Using Artificial Neural Networks in Lhasa Area, Tibet

CHU Duo

(Tibet Institute of Plateau Atmospheric and Environmental Sciences, Lhasa 850000, China)

Abstract Based on the topographical and climatic conditions in Lhasa area located at the central Tibetan Plateau, elevation, aspect, $\geq 0^{\circ}\text{C}$ accumulated temperature, mean yearly temperature, yearly precipitation amount, potential evapotranspiration and humidity is selected as the main ecoregion indicators. All of indicators are interpolated into spatial data with 100×100 m resolution. Considering 7 indicators, the PCA (Principal Component Analysis) is used for deriving the main information, which is input data of ANN (Artificial Neural Networks). Then, the ecoregion for Lhasa area studied using ANN. The result shows that there are five main ecoregion types in Lhasa area, namely valley agriculture zone, mountain steppe, alpine meadow, snow and ice and rock, and lake. Among them, alpine meadow and mountain steppe are main ecoregion types, which are 10 768. 52 km^2 and 10 646. 60 km^2 , respectively. The area of these two types is 70% of total Lhasa area, and valley agricultural zone is 10. 75% of total area. There is a large area of snow and ice and rock type, which is 14. 16% of total area. The Namsuo Lake is a special ecoregion type in Lhasa area. Nearly half area of Nansuo Lake is located in the Lhasa area and its area is 2. 27% of total study area.

The main environmental questions in different ecoregional type are as follows:

1. In valley agriculture zone

Although there is certain improvement in the environment of this zone through implementing the integrated agriculture development, particularly through the ways of afforestation and building shelter belt for crop land, there is few organic matters returning to crop land, so soil organic matter content can not increase and soil structure can not get improving because of energy shortage in this area. Therefore, there are difficulties to improve environment further. Soil and water losses in some mountain-valley area is relatively strong also because of human activity such as over-cutting shrub.

2. In mountain steppe zone

As a result of relatively big slope in this ecoregional type the water storage capacity is lower and the environment is comparatively dry and soil lay is shallower. In addition to human activity the water and soil losses in this area is stronger. This type of ecoregion is the most vulnerable in this study area.

3. In alpine meadow zone

Because of large temperature difference in this area the freeze-thaw action is comparatively obvious. Although vegetation such as the meadow grass grows good, the grass degeneration caused by overgrazing exists in some part of this area.

4. In snow, ice and rock type

Because of low temperature and shallow soil lay in this area, the soil erosion caused by ice and snow is strong. However, at present this area basically belongs to natural ecosystem and is difficult to use for human, but once destroyed it is very hard to restore.

Key words: ecoregion, ANN, Lhasa area, Tibetan Plateau