

谈鄂尔多斯高原的环境演变

鄂尔多斯高原是中国半干旱区一个相对独立的自然单元，它的北、西、东三面为黄河环绕，南接黄土高原，位于北纬 $37^{\circ}38'-40^{\circ}52'$ 和东经 $106^{\circ}27'-111^{\circ}28'$ ，面积约13万平方公里，以频繁的风沙活动、突出的环境演变而著称。

鄂尔多斯高原正处在我国东南和西南季风共同影响的边缘，是一个典型的环境过渡地带，突出表现在：风沙高原与黄土高原过渡；干旱与半湿润气候过渡；风蚀与水蚀过渡；牧业与农业过渡，灌溉农业与旱作农业过渡；少数民族与汉族过渡。由于处在环境演变敏感地带，对其认识不足，不合理的利用促使本区成为世界上著名的环境退化地带，国外将本区称为“环境危机地带”(Environmental Critical Zone)。正因为如此，利用遥感技术不仅可以揭示本区过去环境演变的规律，而且还可以对现代环境动态进行系统监测。

建国以来，不同方面的研究者，试图利用航空遥感、陆地资源卫星遥感、气象卫星等遥感手段，获取其环境动态变化信息，进而建立环境动态变化信息系统。本文根据近年来作者在本区的工作，对遥感技术在本区的应用进行了较全面的实践，取得如下研究进展。

一、2000年以来环境演变

应用70、80年代卫星影像，结合地面年代测定(C^{14} 测定年代)，发现在鄂尔多斯高原气候、植被、土壤带有明显的不吻合现象，且突出表现为气候带偏东、植被带居中，土壤带偏西。根据卫星影像编制的1:35万鄂尔多斯高原气候图、植被图、土壤图，进而进行了相应的区划，结果表明，干旱与半干旱景观区分界线在气候、植被、土壤带划分上明显不相吻合，且具有规律的排列，这正是本区环境演变过程中，各要素不相吻合、在时间滞后的反应。这就从根本上解决了50-60年代的研究中广泛争论的鄂尔多斯高原荒漠与草原分界线的确定不能够沿用“气候-植被-土壤带”一致的综合原则确定，即气候上、植被上、土壤上的荒漠与草原分界线是不一致的，因而依据三者的综合划分是不符合实际情况的。根据对地表土壤年代的测定，土壤界线两侧的形成年代在2500-2000 a.B.P.左右，因此证明，植被带、气候带东移，正是2500 a.B.P.以来北方干旱化趋向的反映。

二、1000年以来环境演变

研究区有许多内陆湖泊，诸如红碱淖、泊江海子、北大池等，通过资源卫星影像可划出明显的三条湖岸线，进一步的年代测量表明，这三条湖岸线分别形成于唐宋时期、公元1850年前后、本世纪五十年代末-六十年代初期，由此揭示了自唐代以来，本区湖泊在变动中逐渐缩小，显示了气候在近1000年以来的干旱化趋向，这与前述干旱荒漠与半干旱草原分界线东移的结论是一致的。

三、150年以来环境演变

通过应用航空遥感与资源卫星遥感信息，我们在本区发现了10多处残存原始片林，实地考察表明，这些原始片林多为油松与侧柏，通过树木年轮取样，得到了其形成的时代一般为距今150-200年左右，由此表明，这些原始性片林生存的时代，本区确有一定面积的疏林分布，根据估算，当时的植被盖度大约在40-45%左右，目前全区的植被盖度仅在20-25%左右(包括农田植被)。由于发现了残存原始片林，根据所取得的树木年轮样品，进一步重建了150年以来本区水热变化的逐年过程，结果表明在本世纪20年代末期-30年代初期降水明显减少，与现代气候时期的值相比，减少10-12%左右；年均温度比现在相差不大，但较60年代湿期明显偏高0.3-0.4°C左右。

四、40年代以来环境演变

利用50年代、70年代、80年代三期航空像片对本区的水土流失(沟网扩展)、风蚀沙化(沙漠化)动态进行了定量分析，结果表明，在自然情况下，这三个时代无论是水土流失，还是风蚀沙化现象均表现出临界值扩大的现象，即自然侵蚀强度有增加的趋势。具体表现为，沟道扩展率由1.0‰增加到1.6‰；与起沙风有关的自然植被盖度由40-45%，减少到35-40%，这就表明本区土地退化不仅要强调人为因素的加强与诱发作用，同时要注意自然加速的作用。

五、小流域土壤侵蚀模数

利用1987、1988年夏季拍摄的彩红外航空像片(1:5万)，我们获得了本区黄河皇甫川流域(3240 km²)植被图、地表物质分布图、沟网密度分布图、

土地利用与现状生产力图等图件,进而获取了本流域510条小流域的有关参数10万多个,从而建立了皇甫川流域水土流失与土地利用数据库。在此基础上,利用本流域的库坝泥沙测量资料,分别建立了有关因子与土壤侵蚀模数(Y)的数学模型(下式),据此,可从时空动态分析小流域土壤侵蚀。

$$\begin{aligned}
 y &= (9.9 + 0.732x_1^{1.5} 8.87x_6^{0.5} + 1291x_{10}^{-1.2})^2 \\
 r &= 0.887 \\
 y &= (14.53 + 0.285x_2 + 9.29x_6^{0.5} + 1229x_{10}^{-1.2})^2 \\
 r &= 0.861 \\
 y &= (-41.62 + 29.33x_3^{0.3} + 8.99x_6^{0.5} \\
 &+ 1261x_{10}^{-1.2})^2 \\
 r &= 0.864 \\
 y &= (89.54 + 1.771x_1^{1.5} - 49.67x_7^{0.1} + 1534x_{10}^{-1.2})^2 \\
 r &= 0.848 \\
 y &= (12.19 + 2.36x_1^{1.5} + 1590x_{10}^{-1.2})^2 \\
 r &= 0.836
 \end{aligned}$$

上式中 x_1 —小流域沟谷切割密度, km/km^2
 x_2 —小流域沟谷切割裂度, %
 x_3 —小流域平均坡度, 度
 x_6 —小流域披砂岩面积百分比(裸岩面积), %
 x_7 —小流域风沙土面积百分比, %
 x_{10} —小流域植被覆盖率, %

这些模型的估算精度均能满足实际需要,其中第一式可满足设计要求,精度达到80%以上。

六、小流域土壤侵蚀临界值的估算

通过应用航空遥感及资源卫星遥感信息,我们获得了鄂尔多斯地区皇甫川流域沂谷阶地面积,进一步得到了I、II、III级阶地面积,据此,根据 C^{14} 测年结果得到各级阶地的形成时代,进而得到了6000—4000 aB.P.时,沟网密度大约为 $4.74 \text{ km}/\text{km}^2$;10000—12000 aB.P.沟网密度大约为 $3.8 \text{ km}/\text{km}^2$,125000 aB.P.前后(热释光测年)沟网密度为 $3.4 \text{ km}/\text{km}^2$,现代本区沟网密度 $6.7 \text{ km}/\text{km}^2$,进而可得到相应时期披砂岩面积比例(S_y)($S_y=0.13573x^{2.6111}$, $n=58$, $r=0.738$; x 为流域平均沟网密度),即相应1000—12000 aB.P.与6000—4000 aB.P., S_y 降水量(P)的变化与植被盖度变化密切相关,在本区其关系式为

$$X_{10}=0.1868^{0.0758P}$$

在上述建模基础上,我们得出了本区皇甫川流域自然侵蚀临界值自3000 aB.P.以来,由 $4800.0 \text{ T}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ 增加到现在的 $6800.0 \text{ T}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$,平均值为 $5800.0 \text{ T}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ 。这与近30年的估算结果相比

($5900.0 \text{ T}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$)非常接近。由此进一步得出了本区自然侵蚀临界值有逐年增加的趋势(这与本文中四的分析结果一致),在自然与人文的共同作用下,虽然每隔5年时间主导因素二者交替,但仍以自然侵蚀为主。

七、现代植被动态分析

应用气象卫星对本区进行了连续三年的植被动态监测。即利用绿度指数作指标,对本区库布齐沙区、毛乌素沙区进行裸沙面积的监测,结果表明,1989、1990、1991年三年夏季,流沙面积与本年度降水量密切相关,且存在如下规律,植被覆盖度与年降水量10%的值相当(100 mm降水量,相当10%植被覆盖度),总的来看,1989年多雨,夏季流沙面积明显缩小,1990年干旱,夏季流沙面积扩大,1991年居中,植被覆盖度相对变幅在10—12%左右。此外,应用资源卫星影像,还对本区伊金霍洛旗三北防护林建设成就进行了动态评价,结果表明,10年来,本旗森林、灌木草地面积有明显增加,其中乔木林与灌木林面积,10年增加5%左右。

在鄂尔多斯环境动态研究中,我们广泛应用遥感技术获取环境动态变化信息,进而建立环境演变数据库,进行模型与模拟研究,与此同时,还对自然灾害动态监测进行了试验研究,取得初步成果。

(上接47页)数的软件工程技术落后几十年,并且其进步比任何人所希望的都慢,软件供给经常被拖延,软件功能亦较所期望的不全,价格昂贵并且有“缺陷”(bugs)。

另一方面,我们也强调了GIS的发展不能受技术的可用性所推动,而应当由社会的需要和如何从GIS中获益的正确理解所左右。我们已讨论了这一领域的三个主题,并且尽力证明了:(1)GIS应当给用户一个信息产品的评价,以便不使用户误用。(2)用于GIS的用户界面必须变得简单易学,它们的设计应当从用户的观点出发而不应反映内部实施过程,界面必须适应于不同水平的用户群,适应于其它的文化和语言。(3)对效益的评价方法必须与GIS的费用的确定相结合,从而论证GIS产品的效用。以往的经验表明GIS产生的效益比预计的要多,但是对此没有一个简单的预测和评价的方法。

参考文献(略)

陈常松编译自《PE & RS》Vol. 57 No. 11 1991
 楚良才校