

RS, GPS 和 GIS 集成系统在新疆北部天然草地估产技术中的应用进展

李建龙 蒋平* 戴若兰

(兰州大学干旱农业生态国家重点实验室 兰州市 730000)

(*新疆师范大学学报编辑部 乌鲁木齐市 830053)

摘要 利用 1991~1996 年在新疆天山北坡不同草地类型上观测的草地可食产量,环境与遥感资料等,使用 RS 技术、GPS 和 GIS 集成系统进行了多重相关分析和遥感估产技术的深入研究,并在图象处理、信息提取、信息应用和 RS-GPS-GIS 一体化估产方法及遥感知识与草原生态专业知识结合方面获得一定研究进展。研究表明,4 个草地类型的可食鲜干草产量与两种遥感绿度值间存在着极显著相关性($P < 0.01$), r 值均在 0.679 以上,且通过 F 检查和精度分析。一般在类型 I、II 和 IV,是鲜草产量与 RVI 相关性好于 $NDVI$,而在类型 I 则相反。进而从 6 种数学方程式中优选,建立了地学、光学和非线性遥感估产模型,并在实际估产中加以应用、检验和给出了生态学解释及机理分析,使大面积草地可食牧草遥感估产精度达到 75.8% 以上,实现了遥感大面积估产目标和草地生态学意义及 RS-GPS-GIS 与草地专家系统一体化集成的应用。

关键词: 遥感技术(RS),全球定位系统(GPS),地理信息系统(GIS),草地,大面积估产,研究进展。

ADVANCES IN STUDY ON THE REMOTE SENSING TECHNOLOGY AND GPS AND GIS INTEGRATION SYSTEMS IN ESTIMATING GRASSLAND YIELD APPLICATIONS IN THE NORTH OF XINJIANG, CHINA

Li Jianlong Jiang Ping* Dai Ruolan

(The State Key Laboratory of Agroecology, Lanzhou University, Lanzhou, 730000, China)

(* Xinjiang Normal University, Urumqi, 830053, China)

Abstract Using the green herbage yields, environment and the remote sensing (RS) data observed in different grassland types in the northern slope of Tianshan, Xinjiang Province from 1991 to 1996, the correlation analysis and the estimating yield methods were studied using the 3S technology integration. The methods of processing images, and collecting and using information, and lining RS data and grassland data were explored in the paper. The results showed that there existed an obvious correlation between the fresh herbage yields and RVI and $NDVI$ ($P < 0.01$) in grasslands of four types, the correlation coefficients (r) were above 0.679. The study also found that the correlation between fresh or hay yields

收稿日期:1997-01-02,修改稿收到日期:1997-10-06。

and *RVI* was better than *NDVI* in I, II and IV types. The opposite was found in I types. The finest nonlinear geographical, the optical and satellite remote sensing estimating yield models were made from 6 curve types. The effects were checked by the observing yields and statistics. The ecological interpretations and mechanism analysis of the results were given. The total accuracy of the RS estimating green yields was above 75.8% in large areas. The objectives were realized by the RS, GPS and GIS and grassland expert system integrations.

Key words: RS, GPS, GIS, grassland, estimating large area yields.

草地产量是草业生产力高低的重要衡量指标,同时也是制定畜牧业生产规划的基础。能否及时掌握准确地大面积草地动态产量资料,对计算草地载畜量和安排草畜生产,提高草地畜牧业生产力,都具有十分重要的意义。然而,目前一般采用的传统测产方法,由于测点控制面窄,周期长,再加之费时费力,成本高,都不能及时反映大面积草地产量动态变化状况,而具有其局限性。因此,为了克服传统测产方法和技术的不足,提高生态学在群落和景观层次的研究水平和范围,提高人们对草地生态系统在空间、时间和属性特征动态变化的了解和演替过程的掌握。使生态学原理和草地信息更有效应用于草业生产,发展草业生产力和丰富草地生态学研究方法。本研究旨在探讨利用遥感技术,全球定位系统和借助 GIS 系统的统计功能,通过多年地面观测工作和卫星影像的印证和草地专家系统分析,经过一系列专业化技术处理,实现草地信息获取,信息处理和信息应用自动化、定量化和一体化目标,进而通过建立草地可食牧草各类估产模型和遥感环境综合技术系统(RSECTS)(图 1),努力实现草地可食产量大面积遥感动态监测和估产指标及提高估产的精度。最终实现草地估产新思路的目标——RS、GPS、GIS 和草地专家系统(4S)一体化集成,丰富及拓宽草地生态学研究方法。

1 试验地、材料与方法

1.1 试验地概况与样地定位 位于新疆北部阜康县境内,地处天山北坡山前及低山带,为东经 $87^{\circ}46' \sim 88^{\circ}44'$,北纬 $43^{\circ}45' \sim 45^{\circ}30'$ 之间。该县属于温带干旱大陆性气候,多年平均气温山区 3.4°C ,平原区 6.6°C ,沙漠区 5.9°C ,多年平均降水量山区 406.8mm ,平原区 187.5mm ,沙漠区 114.7mm 。利用草地调查与 TM 资料进行植被分类和底图制作。草地植被从北到南依次分布的主要类型为温性荒漠类(类型 I)、低平地草甸类(类型 II)、温性荒漠草原类(类型 III)和温性草甸草原类(类型 IV)等。在这 4 类型区内建立了长期草地与环境气象资料生态定位观测站,进行多年常规生态环境资料观测。其方位用 TRANSPAK(made in U. S. A)便携式全球卫星导航定位仪结合地形图订正确定,在计算机工作站建立起 GPS 定位系统。

1.2 材料与方法 (1)遥感影像和处理方法 从 1991 年至 1996 年共收集 24 幅 NOAA 卫片资料和 2 幅 TM 卫片资料等,利用 GPS 准确定位,提供空间定位资料等和使用 ERDAS 软件进行图象处理和信息提取,用 ARC/INFO(GIS)建立空间数据库等和进行资料统计分析,做到 RS-GPS-GIS 一体化集成分析。(2)草地产量 每年于 5 月 16 日至 10 月 16 日每隔半月用 1m^2 样方按收获法测产,重复测 4 次。另外,在每年 6 月 1 日和 9 月 16 日夏秋高产期分别在 4 个类型区内,选择典型地段设置 $100 \times 25\text{m}^2$ 样条进行结构调查和大区测产,重复测 3 次,用于大面积遥感估产结果的精度检验。(3)环境气象和光谱资料 用常规法观测了每个样地的 $0 \sim 50\text{cm}$ 平均土壤含水量、地下 25cm 地温、地面气温、降水量、蒸发量和日照等及用 RS-B 型野外光谱仪观测了地面光谱资料等。(4)遥感植被指数 用提供气象卫星通道 1 和 2 的经校正后的 *RVI* 和 *NDVI* 绿度值,进行可食牧草产量相关分析,并接受 *F* 检验、精度与灵敏度分析等数据加工处理。建立了地学、地面光学和卫星遥感估产模型及遥感-环境综合技术系统(RSECTS)等(图 1)。做到 RS-GPS-GIS 与草地专家系统(4S)方法一体化集成,提高草地大面积估产精度和拓宽草地生态学研究方法。

2 结果与分析

2.1 遥感图象处理与信息提取技术和估产方法等特色 利用 NOAA 资料对大面积草地牧草长势进行动

态监测是可行的,精度是可靠的,业已被现有研究所证实^[1~3],但能否应用于草地准确估产仍值得深入探讨,因为其资料易受空间分辨率低和大气及地理背景的干扰^[4]。为克服 NOAA 资料本身的不足,发挥其动态宏观优越性和提高草地大面积估产的精度,在进行了一般常规图象处理、信息提取和资料加工及应用基础上,本研究特做如下改进:(1)首先对获取的所有 NOAA 资料反复做太阳高度角影响纠正,利用不同时相 NOAA 影像筛选和叠加进行大气效应订正,几何粗精和经纬度校正(在 ERDAS 和 GIS 系统支持下,利用天池海水域进行反复校对),在 RS 与 GIS 结合下进行数值和坐标转换及数据矢量化,信息分类、复合和产量资料平均校正等处理,以减少资料本身在加工处理过程中的误差;(2)利用 TM 资料和地面光谱资料对已处理的 NOAA 信息做必要校正。在利用 TM 资料进行分类,底图制作和多阶抽样下,进而又用 TM 资料作为“桥梁”间接地建立 NOAA 信息与实地资料的关系,逐步做到多星多时相天、地资料的有机结合;(3)为克服象元影像坐标偏移及边缘畸变的缺点,采用地面观测点及周围 24 个象元(5×5)的气象卫星绿度值平均后,再用于可食牧草产量相关分析,以减少“点对点”资料的偏差;(4)采用天、地多年 24 个时相的同步观测资料,建立可食牧草产量与绿度值间相关估产模型,发挥 GPS 与 RS 和 GIS 一体化功能结合优势,并对其结果做相关系数(r 值)、灵敏度统计和模型估产精度检验与分析(而非单时相单因子的简单相关估产模型),使数学模型本身的估产精度达到 95% 以上;(5)对建立的各种地学、光学和卫星遥感动态估产模型,均进行了实际估产精度的验证和效果分析,注重遥感估产结果与草原专业知识和生态问题相结合。充分利用专业模式和经验去连接和发挥 RS 与 GIS 的作用,形成完整的可操作遥感监测与估产和灾害预报应用系统(结果略);(6)草地估产系统的作业程序包括从点到面估产,然而再乘以面积推广到大区域估产(图 1)。注重不同遥感信息在不同估产层次上的使用,最大限度地发挥 NOAA 资料宏观动态效应好的优势和 TM 资料地面分辨率高、分类精度好的特点,从而提高大面积草地估产的精度和景观生态学效应^[5~8]。

2.2 GPS-RS-GIS 一体化集成在草地估产技术中的效应 GPS(全球定位系统)是以卫星为基础的无线电测时定位、导航系统,可为各种用户提供不同精度的空间定位数据;RS 用于实时或准实时地提供目标及其草地、环境的语义或非语义动态信息,可及时对 GIS 进行数据更新,具有动态信息优势;而 GIS 则被各行各业用于建立各种不同尺度的空间数据库和决策支持系统,向用户提供各种形式的空间查询,空间分析和辅助规划决策的功能,具有空间分析优势等,一般将 GPS、RS 和 GIS 的一体化集成系统统称为“3S”系统,由于 GIS 与 RS、GPS 的一体化发展,使草地资源信息采集、标准化、定位、传输、存贮、管理、分析和应用成为一个整体的信息网络。因为 RS 和 GIS 资料加工需要在 GPS 系统下定位,快速准确获取目标点的坐标,并结合 GIS 大大提高了移动目标的管理能力,而 GIS 需要应用遥感(RS)资料更新其数据库中的数据;而 RS 影像的识别需要在 GIS 支持下改善其精度并在数学模型上得到应用。本研究证明采用“3S”技术的一体化集成,能使草地估产信息收集、存贮、管理和分析等更加实时、全方位、快速和精度高,可为生态学和地学研究提供全新的研究手段和思路。为此,既对 NOAA 气象卫星信息做更深层分析,亦对 RS-GIS-专家系统一体化技术进行探索,做出了各种专业图件,以期在草地环境宏观监测、估产和草业生产实际应用中发挥更大的效应(RSECTS)^[4]。

2.3 草地估产的地学模型建立 在本 RSECTS 系统分析中,模型的建立起着重要作用,它既是信息分析的工具,又是建立可运行的草地资源动态监测和估产一体化系统的基础。地学模型通式为: $Y=Y(GT, t, X_1, X_2, X_3, X_4)$,式中 Y 为可食牧草鲜干草产量(kg/hm²), GT 为不同草地类型, t 为时间(指年季月), X_1 为 0~50cm 土壤平均含水量, X_2 为 25cm 年均地温, X_3 为年均气温, X_4 为年均降水量。利用近代最新统计回归法——运用 C_p 准则辅以 RMS_q 准则作所有自变量子集回归分析,从中选择最优主导生态因子和回归方程,建立标准地学估产模型(从 $Q=1, 2, 3, 4$ 中逐步选择分析,见表 1)。

由结果可见,运用所有自变量子集回归分析,得出了相关估产优化地学模型和找出了影响产量形成的主导生态因子,如类型 I 为水热各因子,类型 II 为土壤含水量和地温,类型 III 为地温、气温和降水量及类型 IV 为气温和降水量,结果符合实际生态规律和成因分析结论,它即反映了可食牧草产量形成的本质,又有利于将来的产量预报。同时,也表明由于不同草地类型因所处生态环境和牧草组成种类和结构不同,导致影响牧草产量形成的主导生态因子也有所不同,而以上数学表达式则定量反映了这种成因相关生态规律

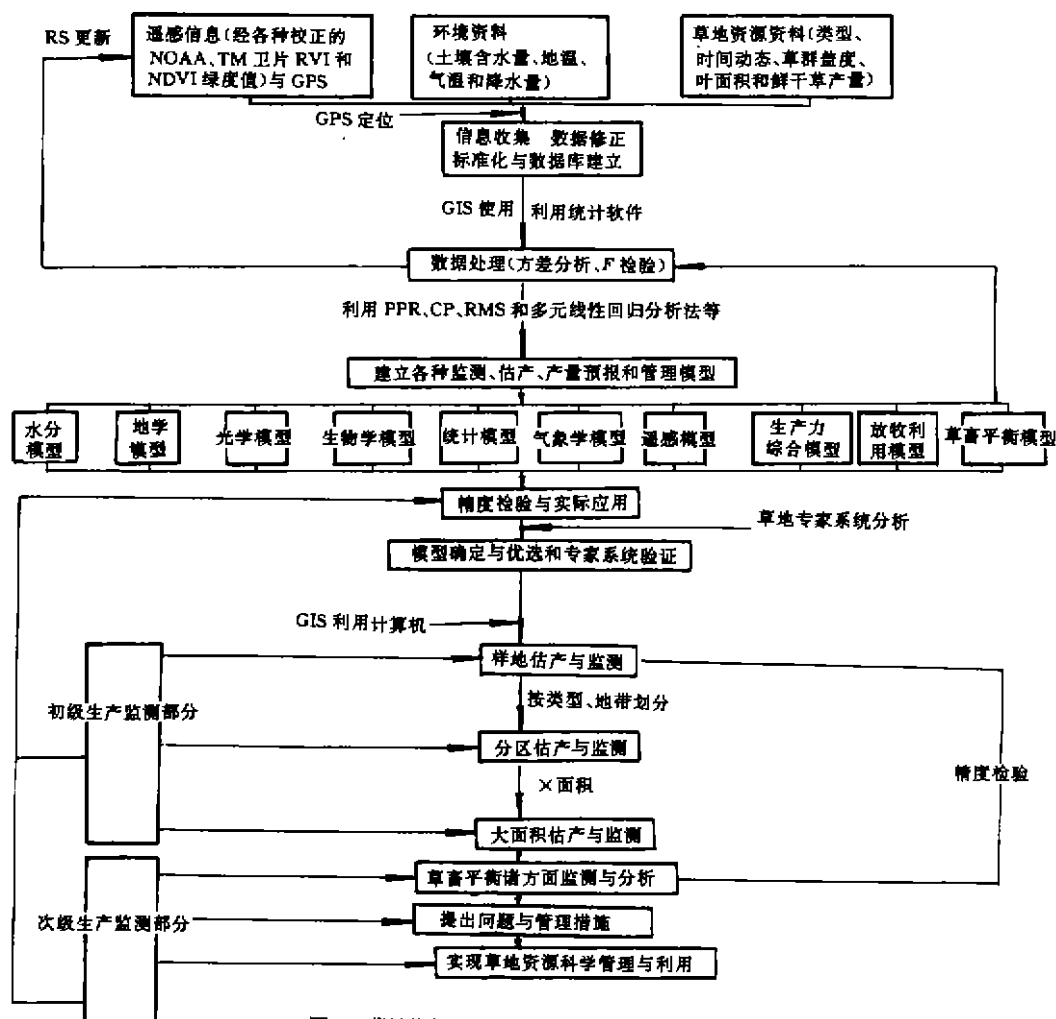


图 1 草地资源遥感环境综合技术系统示意图

Fig. 1 The grassland resource RSECTS sketch map

表 1 标准估产地学模型

Talbe 1 The estimating-fresh and estimating hay yield models

类型 Types	鲜草的最优标准估产地学模型 Estimating-fresh yield models	干草的最优标准估产地学模型 Estimating hay yield models
I	$Y_1 = 15 \times [81.5 - 61.548x_1 - 536.269x_2 + 487.691x_3 - 76.673x_4]$	$Y_2 = 15 \times [32.485 - 22.601x_1 - 277.895x_2 + 248.913x_3 - 23.675x_4]$
I	$Y_1 = 15 \times [174.59 - 168.103x_1 + 149.672x_2]$	$Y_2 = 15 \times [85.395 - 64.274x_1 + 52.02x_2]$
II	$Y_1 = 15 \times [71.955 + 187.982x_2 + 207.429x_3 + 69.552x_4]$	$Y_2 = 15 \times [39.5 - 15.059x_1]$
N	$Y_1 = 15 \times [286.345 + 436.024x_2 + 388.367x_4]$	$Y_2 = 15 \times [94.85 + 73.923x_2 + 113.902x_4]$

及本质,弥补了遥感估产“微观”不足的弱点。

2.4 草地估产的地面光学模型建立 本文光学模型通式为: $g_j = g_j(CH1, CH2)$, $Y_g = Y_g(g1, g2)$, 式中 $j = 1, 2$, 两种算法模式, $CH1, CH2$ 分别为地面实测光谱通道 1, 2, g_j 为第 j 种算法模式计算的地面实测光谱绿度值, Y_g 为地面实测可食牧草产量, $g1 = RVI$, $g2 = NDVI$ 。

经参考 r 值、回归平方和、 F 值及最大绝对误差大小,从 6 种常见数字曲线类型中选择最优形式^[2],建

立牧草产量监测与估产模型如表 2。由表 2 结果分析可见,这些建立的非线性优化光学估产模型 r 值均高于 0.917,相关程度很高,且都通过了 0.01 极显著水平统计检验,表明估产模型灵敏度很高,具有实际应用价值。在不同时空条件下可食牧草鲜干重仍与两种光谱绿度值成正相关,并且以非线性曲线形式拟合,其效果更佳,因此,这些光学模型均可用于草地资源监测、估产和产量预报。研究还表明,在同一类型不同时间的绿度值随可食牧草产量高低变化而发生同步变化,由此说明可利用绿度值的变化对牧草产量、长势和资源动态变化进行监测,而且在不同的草地类型,应选择不同的绿度值和不同的曲线拟合,则可提高估产精度;另外在同一时间不同草地类型上观测的光谱绿度也有所不同,有随植被盖度和可食牧草产量增高而变大的趋势,为此,可用光谱绿度值的数值高低,进行草地产量分级和大面积估产及草地利用现状图制作等(表 2),并将此结果进行草地专家系统分析,获得了许多草地研究成果。

2.5 草地估产的卫星遥感模型建立 利用线性或非线性逐步回归分析法,对 Y_1 (鲜草产量)、 X_1 (NDVI) 和 X_2 (RVI) 进行多重相关分析、从中选择最优回归方程,建立了大面积卫星遥感估产模型(表 3)。经参考 r 值大小,模型的回归平方和、 F 值和最大绝对误差大小,从 6 种常用曲线类型中选出最优形式,建立的线性或非线性草地估产模型^[2],经效果检验分析后得出,在不同时空条件下, Y_1 与 X_1 和 X_2 值间成正相关,且相关性密切, r 值均在 0.679~0.984 之间,并通过了 F 检验($P<0.01$),并且以非线性曲线形式拟合,建立遥感估产模型,其精度更高(表 3)^[4]。由表 3 可见,其相关程度是类型 IV>类型 I>类型 II>类型 III,这是由于类型 III 多以含叶绿素相对较少的木本灌木组成,且易受山体干扰,地面光谱反射率较高,导致其产量与 RVI、NDVI 的相关性与其它类型相比稍差。一般在植被盖度较高的类型 IV、I 和 II,是鲜草产量与 RVI 的相关性好于 NDVI,而在植被盖度相对较低、处于荒漠区的类型 III 则相反,是鲜草产量与 NDVI 的相关性好于 RVI,表明不同草地类型因植被盖度和叶绿素含量不同,应选用不同绿度值进行草地估产,方可提高估产精度(表 3)。

表 2 不同时间不同草地类型牧草产量地面光谱监测与估产模型

Talbe 2 The spectral monitoring and estimating models of herbage yields in different time and grassland types above ground(kg/hm²)

类型 Types	牧草产量 Herbage yields	非线性最优监测与估产模型表达式 The nonlinear monitoring and estimating yield models	r	F
I	鲜草 Green	$Y=15/(0.001+0.023\text{EXP}(-RVI))$	0.982	4753.546**
		$1/Y=-0.015+0.030/(NDVI)$	0.987	6586.813**
	干草 Hay	$Y=15/(0.003+0.110\text{EXP}(-RVI))$	0.963	1850.254**
		$1/Y=-0.060+0.105/(NDVI)$	0.965	1810.319**
II	鲜草 Green	$Y=15/(0.002+0.017\text{EXP}(-RVI))$	0.996	5344.918**
		$Y=8353.035+4537.0651\text{LOG}(NDVI)$	0.996	1211.009**
	干草 Hay	$Y=15/(0.004+0.032\text{EXP}(-RVI))$	0.956	3510.153**
		$Y=4395.225+2370.84\text{LOG}(NDVI)$	0.990	486.098**
III	鲜草 Green	$Y=696.135\text{EXP}(0.604RVI)$	0.978	772.890**
		$Y=961.650\text{EXP}(3.197NDVI)$	0.917	1752.781**
	干草 Hay	$Y=380.985RVI/1.369$	0.998	1484.102**
		$1/Y=0.015+0.060/(NDVI)$	0.996	2031.880**
IV	鲜草 Green	$Y=-1536.495+6851.985\text{LOG}(RVI)$	0.964	101.948**
		$Y=14318.34+11963.565\text{LOG}(NDVI)$	0.958	113.034**
	干草 Hay	$Y=461.925+1371.225\text{LOG}(RVI)$	0.998	2092.712**
		$Y=3630.51+2386.935\text{LOG}(NDVI)$	0.990	5048.470**

注:**表示 0.01 极显著水平(下同)。

2.6 不同草地类型分区遥感估产效果与精度分析 利用建立的优化非线性遥感估产模型,实际估测了 1996-06-01 的 4 个草地类型大面积分区产草量,并与地面实测结果进行对比,做出了统计学精度检验(表 4)。由表 4 结果分析可见,4 个大区遥感估测的草地可食牧草产量与实测产量基本吻合,相对误差小于

25%, 估产总精度分别为 75.8%、85.5%、84.7% 和 81.1%, 均在 75% 以上, 且通过了 F 统计检验。从草原生产实际要求和统计学的标准衡量, 各大分区鲜草产量遥感估测精度均达到了比较满意的水平。结果表明利用 NOAA 资料和 GPS-RS-GIS 及草地专家系统一体化体系进行大面积草地估产是可行的和经济的, 是植物生态学研究又一新方法和技术, 有必要将此技术和成果在草业生产上和生态学研究方面广泛应用^[6~8]。

表 3 不同类型的草地产量卫星遥感估产模型(kg/hm²)

Table 3 The satellite remote sensing estimating models of herbage yields in different grassland types

类型 Types	牧草产量 Herbage yields	最优非线性模型表达式 The finest nonlinear models	r	F
I	鲜草 Fresh	$1/Y_1 = -0.015 + 0.030/(NDVI)$ $Y_1 = 15/(-0.026 + 0.132EXP(-RVI))$	0.883 0.740	119.865** 59.072**
	鲜草 Fresh	$Y_1 = 811.635EXP(6.581NDVI)$ $Y_1 = 1073.685RVI/2.460$	0.893 0.944	164.224** 289.450**
II	鲜草 Fresh	$Y_1 = 15/(-0.092 + 0.123EXP(-NDVI))$ $1/Y_1 = -0.195 + 0.525/(RVI)$	0.679 0.713	61.627** 73.510**
	鲜草 Fresh	$Y_1 = 1131.555EXP(4.280NDVI)$ $Y_1 = 1097.895RVI/1.959$	0.930 0.984	711.763** 2002.222**

表 4 利用遥感技术和 GIS 估测草地产量与地面实测产量结果及效果统计检验(鲜草, $n=24$)Table 4 The results of the estimating herbage yields and real herbage yields and effect checks by the RS and GIS technology (fresh herbage, $n=24$)

各大分区 Plots	分区总面积 Total areas(hm ²)	卫星遥感 估测总产 RS estimating yields(10 ⁸ kg)	地面实测总产 Real yields (10 ⁸ kg)	相对误差(%) Relative errors	总体估产 精度(%) Total accuracy	统计检验结果 Checks
温性平原荒漠区(I)	458800.0	15.5313	20.4969	-24.2	75.8	通过 pass
温性低地盐化草甸区(II)	6802.7	0.4128	0.3605	14.5	85.5	通过 pass
温性荒漠草原区(III)	18340.0	0.7368	0.8704	-15.3	84.7	通过 pass
温性山地草甸草原区(IV)	18250.0	1.9783	1.6645	18.9	81.1	通过 pass

* I: Plain desert; II: Low land meadow; III: Desert steppe; IV: hill meadow

3 结论与讨论

研究证明, 在遥感图像处理, 信息提取与应用过程及 GPS-SR-GIS-草地专家系统一体化集成技术方面所做探索, 是有益和创新的^[9]。在 GPS-RS-GIS 集成体系支持下, 利用多年草地产量资料与多时相遥感绿度值间建立的各种相关估产模型, 其 r 值均在 0.679 以上, 都通过了 F 检验, 在 4 个大分区实际估产检验中, 精度分别为 75.8%、85.5%、84.7% 和 81.1% (从类型 I 至 IV), 可满足统计学和草业生产的实际要求, 因而可用于草地动态监测和估产, 实现了遥感估产目的, 并获得了诸多研究进展。由于 RS 和 GIS 系统的匹配应用, 使小范围内所获研究结果和草地生态信息得以外延和扩展, 使人们有能力以更为宏观综合的方式来探讨草地资源的奥秘和了解更大范围的草地演替变化过程等。研究还发现除类型 I 以外, 用 RVI 指标估测其它 3 个类型草地可食牧草产量的精度要高于用 $NDVI$ 指标 (在类型 I, 则相反)。因此, 用 NOAA 资料和遥感技术与 GIS 等的结合进行大面积草地动态估产和生态学研究是可行的、可信的, 也是经济的, 其研究成果具有广泛的学术和应用价值及生态学意义。诚然, 对 GPS-RS-GIS 和草地专家系统 (4S) 一体化草地估产方法, 还将有必要做进一步探索。当然, 充分利用草地专业模式去连接和发挥 RS、GIS 和 GPS 的作用, 将会形成完整的草地遥感监测与估产应用系统^[6~8]。

参 考 文 献

- 1 樊锦沼,张传道等.应用气象卫星资料估算草场产草量方法的研究.干旱区资源与环境杂志,1990,(3):23~28
- 2 黄敬峰等.天山北坡中段天然草地牧草产量遥感动态监测模式.自然资源学报,1993,(1):10~17
- 3 李博等著.中国北方草地畜牧业动态监测研究.北京:中国农业科技出版社,1993.92~108
- 4 李建龙,任继周等.利用遥感技术进行草地资源动态监测、估产和管理的研究进展.中国草地,1995,(6):22~24
- 5 李建龙等.草地遥感应用动态与研究进展.草业科学,1996,(1):55~60
- 6 李德仁.论RS,GPS与GIS集成的定义、理论与关键技术.遥感学报,1997,1(1):64~68
- 7 Tiscar Espigares and Begona Peco. Mediterranean annual pasture dynamics, impact of autumn drought. *Journal of Ecology*, 1995, 83, 135~142
- 8 Tucker C. J. Satellite remote sensing of primary production. *Int J. Remote Sensing* 1987, 7(11):1395~1416.

欢迎订阅 1999 年《水产学报》

《水产学报》是中国水产学会主办的水产科学技术的学术性刊物。主要刊载渔业资源、水产养殖和增殖、水产捕捞、水产品保鲜与综合利用、渔业水域环境保护、渔船、渔业机械与仪器以及水产基础研究等论文、调查报告、研究简报、评述与综述。并酌登学术动态和重要书刊的评介。

本刊为季刊,国内外公开发行。每期单价 9.00 元,全年共 36 元。国内统一刊号 CN31-1283/S。邮发代号 4-297。读者可在当地邮局订阅,也可直接汇款到编辑部订阅。编辑部地址:上海市军工路 334 号,上海水产大学 48 号信箱。邮编:200090。

联系电话:(021)65432965 或 65710232,65710892。

E-mail:zhnink @ online.sh.cn 传真:021-65432965。