

中国西部干旱区植被覆盖变化特征分析

Characteristic Analysis of Vegetation Cover Change in China Western Arid Land

师庆东/SHI Qing-dong^{1,2,3}, 吕光辉/LV Guang-hui^{1,2,3}, 潘晓玲/PAN Xiao-ling^{1,2,3},
齐家国/QI Jia-guo¹, 师庆三/SHI Qing-san³

1. 干旱半干旱区可持续发展国际研究中心, 乌鲁木齐 830046
2. 新疆维吾尔自治区绿洲生态重点实验室, 乌鲁木齐 830046
3. 新疆大学资源与环境科学学院干旱生态环境研究所, 乌鲁木齐 830046

1. International Research Center for Sustainable Development in Arid and Semi-arid Land, Urumqi 830046, China
2. Xinjiang Key Laboratory of Oasis Ecology, Urumqi 830046, China
3. School of Resources and Environment Science, Xinjiang University, Urumqi 830046, China

[摘要] 在中、大尺度的区域研究中,利用遥感数据与方法分析植被的覆盖变化具有独特的优势,通过连续近 20 年(1982–2000 年)从 NOAA/AVHRR 数据中提取的植被覆盖度指数,按不同植被覆盖度的指标,采用分区分类法对中国西部干旱区进行了分类,得到植被分类结果图,提取了各类植被在每个年度的面积数据,显示了各类植被面积变化的过程,并初步分析了原因。结果表明,近 20 年来,干旱区各区域相同植被类型的变化状况不完全相同,具有不同的特点;北疆地区无植被覆盖类型面积明显减少,生态环境有所改善;南北疆在绿洲面积增加的同时,中、高覆盖度植被减少,即在绿洲与沙漠之间的过渡带植被面积减少,柴达木盆地荒漠面积增加,森林、草甸类植被面积减少,表现出该区域生态环境退化。综合各区各类植被的变化来看,在平原区荒漠无植被区是稳定的(与其总面积相比),绿洲也是西部干旱区较稳定的植被类型,而且是不断扩大的植被类型。人类活动已是西部干旱区、平原地区植被类型发生显著变化的重要因素,而在这二者之间的过渡带类型的植被,尤其是中、高覆盖度植被的面积在减少。

[关键词] 遥感;植被覆盖度;绿洲;人类活动

[中图分类号] P94, P966

[文献标识码] A

[文章编号] 1000-7587(2006)03-0052-05

Abstract: It is a inimitable ascendancy that using data and methods of remote sensing to study the vegetation cover change in a large or middle scale region. In this paper, we distilled FVC (Fractional Vegetation Cover) image from successive NOAA/AVHRR data (1982–2000) and used method of dividing area to remote sensing image, displayed the continue curve of area change of every vegetation type in different region, analyzed the reason of vegetation change in arid land of China west. The results showed that there are different characteristics in different regions. In North Xinjiang, desert decreased, forest increased, and vegetation improved; In Qaidam high basin, desert increased, meadow decreased, and vegetation degraded; In plain, desert is stable, oasis continually extended in Xinjiang, ecotone (middle and high grassland cover) deflated, the human activity was one of most important factors of vegetation types changing in arid lands in China Western arid land.

Key Words: remote sensing; vegetation cover; oasis; human activity

CLC Numbers: P94, P966

Document Code: A

Article ID: 1000-7587(2006)03-0052-05

1 引言

在中、大尺度的区域研究中,利用遥感数据与方法分析植被的覆盖变化具有独特的优势^[1],目前利用长时间系列遥感数据对中国西部干旱区整个地区植被变化进行研究的文献并不多见,且研究者多为中国国内研究工作者,进行研究的多为局部地区^[2–4]。马明国、阎福礼、方精云等利用遥感数据对中国西部干旱区作了一些研究工作,但这些研究多是从原始的 NDVI 指数的光谱特征

角度进行的工作^[5–7],所得的结论仍然是直观的和定性的,对于干旱区的不同程度植被覆盖度之间的变化,对于干旱区人类生存和生产核心场所的绿洲、绿洲与荒漠之间的过渡带类植被变化关注较少,对于干旱区不同植被覆盖度变化特征没有给予定量的回答。

植被的变化反映在空间上,同时也反映在各类植被面积的变化上,而面积的变化能直接反映各类作用的综合结果。因为有时局部空间的变化并不能由此推断整体变化的结果,但是总体面积

收稿日期:2005-07-22

基金项目:中国教育部春晖计划项目(Z2004-1-65004)

作者简介:师庆东,男,乌鲁木齐市胜利路 14 号新疆大学资源与环境科学学院,博士生,主要研究方向为干旱区生态环境;

E-mail: shiqingdong@126.com

潘晓玲(通讯作者),女,乌鲁木齐市胜利路 14 号新疆大学资源与环境科学学院,教授,主要研究方向为干旱区生态环境;

E-mail: xlpn@xju.edu.cn

的连续变化却能反映出环境演化的趋势。荒漠面积的扩大表明生态环境趋于恶劣,荒漠面积的缩小表明环境有所改善。因此有必要利用连续的遥感数据在相对准确的植被覆盖度分类的基础上,对中国西部干旱区的各类植被的面积变化进行定量的分析。

通过连续近 20 年(1982–2000 年)从 NOAA/AVHRR 数据中提取的植被覆盖度指数,按不同植被覆盖度的指标,采用分区分类法对中国西部干旱区进行了分类,得到植被分类结果图,提取了各类植被在每个年度的面积数据,显示了各类植被面积变化的过程,并初步分析了原因。

2 研究区概况

研究区北部界限从阿尔泰山脉,沿中蒙边界至阴山西端;南部以昆仑山脉为界;西起中国与中亚各国边界;东部则以贺兰山为界(见图 1)。

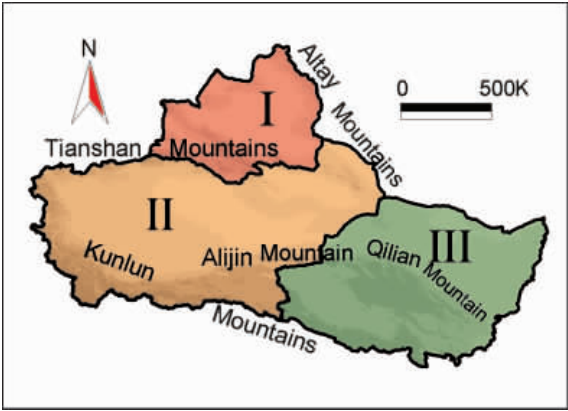


图 1 研究区及分区示意图
Fig. 1 Sketch map of research area and subzone
注: I North Xinjiang; 北疆地区;
II South Xinjiang; 南疆地区;
III Qaidamu high basin–Alxa; 柴达木盆地–阿拉善地区

3 数据与数据处理

本次研究所使用的数据为 FVC(Fractional Vegetation Cover),由美国亚利桑那州立大学提供,该数据采用 MVC(Maximum Value Composites)方法提取。数据空间分辨率 8 km,时间为 1982–2000 年每年 FVC 指数图像,共 19 幅^[8–9]。涉及到的其它数据为分辨率为 1 km 的亚洲数字地形图 DEM(www.usgs.gov),1:400 万的中国资源环境数据库,美国 ENVI 软件提供的高分辨率的水域界限。

通过 ARC/INFO 将 FVC 影像转为栅格(grid)文件并进行工作区切割,得到研究区内具有相同投影方式的栅格数据。通过前人的研究成果^[10–13]和大量的数据测试^[14–15],建立了分类规则,见表 1。笔者对研究区采用了分区、分海拔、分类的方法,将整个研究区按地理特点分为 3 个子研究区:北疆地区、东疆–南疆地区、柴达木盆地–阿拉善地区(分区界限见图 1)。每个子区按海拔又分为 2 个部分,实际上将研究区分为 3 个子区 6 个部分,分区的主要原则是植物的区系以及植被的垂直分布、纬向和经向空间分布特点。部分分类结果见图 2、图 3、图 4、图 5。

本次研究的绝大部分工作是在 ARCGIS8.3 软件的支持下完成的。由于所分类型的面积相差较大(例如在南疆区域荒漠面积可达 70%,而绿洲不足 10%),因此对各区域各类植被变化采用距平处理,为了显示趋势,对所得的面积进行了 3 年的平滑处理,按时间进行了序列分析。

表 1 分区分类规则表 Tbl. 1 Classification rule in different subareas				
子区 Subarea(Subarea is divided as Fig 1)	类号 Codes	FVC 值域 Range of FVC Value	对应植被类型 Vegetation types	植被覆盖度 Vegetation cover rate
平原区 Plain	1. 北疆平原区 1. Plain of North Xinjiang DEM≤1 300m	T1	0–0.045 沙漠、戈壁无植被区 Desert, gobi without vegetation	<10%
	2. 东疆–南疆平原地区、河西走廊–阿拉善地区 2. Plain of East South Xinjiang and Hexi Corridor–Alxi Plain DEM≤2 000m	T2	0.046–0.095 平原低覆盖度草地 Plain low grassland cover	10%~30%
		T3	0.096–0.23 平原中覆盖度草地 Plain middle grassland cover	30%~50%
		T4	0.231–0.445 平原高覆盖度草地 Plain high grassland cover	50%~70%
		T5	0.456~1 绿洲 oasis, pasture, meadow	>70%
山区 Mountain	1. 北疆山区 1. Mt. of North Xinjiang DEM>1 300m	T6	0–0.045 山地无植被区 Mountain without vegetation	<10%
	2. 东疆–南疆山区 2. Mt. of East South Xinjiang and Hexi Corridor–Alxi Plain DEM>2 000m	T7	0.046–0.095 山地低覆盖度草地 Mountain low grassland cover	10%~30%
		T8	0.096–0.23 山地中覆盖度草地 Mountain middle grassland cover	30%~50%
	3. 柴达木盆地 3. Qaidam High Basin-DEM≥3300m	T9	0.231–0.445 山地高覆盖度草地 Mountain high grassland cover	50%~70%
		T10	0.456~1 森林、草甸 Mountainous steppe, forest	>70%
	4. 柴达木盆地 Qaidam High Basin 3 300m>DEM>2 000m	T11	0.456~1 高原绿洲、草甸 Meadow, high basin oasis	>70%
水体类 Water area		T17	1.11 水体、冰雪 Water area and glaciers	0%

4 计算结果

4.1 柴达木盆地–阿拉善地区平原区植被类型变化(图 6)

柴达木盆地–阿拉善平原区中、高覆盖度草地和绿洲的变化较小,在 70 个像元以内;中覆盖度植被变化在 300 个像元以内;而低覆盖度植被与无植被荒漠的变化幅度在 1 200 个像元以上,且两者之间成对称变化,这两类植被的变化可能反映了一种自然的变化。

4.2 柴达木盆地–阿拉善地区高原区植被类型变化(图 7)

该区的植被变化范围幅度远远小于平原地区,值得注意的是该地区无植被地区的面积自 1982–2000 年呈上升趋势,而该地区的森林、草甸类植被自 1982–1996 年以来持续减少;低、中覆盖度草地 150 个像元内大致相向增减,高覆盖度草地在几十个像元内逐渐增加。

4.3 北疆平原区植被类型变化(图 8)

该区无植被类型面积自 1982–2000 年呈减少趋势,共减少了 223 个像元;平原低覆盖度草地与中覆盖度草地植被区的面积变化幅度相对较大,从宏观上看与低覆盖度草地有互为转化的同步关系;平原高覆盖度草地面积呈下降趋势,面积共减少了 177 像元,而与之相反的是平原区绿洲的面积,从 1982–2000 年呈稳定的上升趋势,面积共增加了 414 像元。

4.4 北疆山地地区植被类型变化(图 9)

各类植被的面积变化幅度都比较小,无植被区、山地低覆盖度草地、山地中覆盖度草地变化在 50 个像元内,显示了一种相对

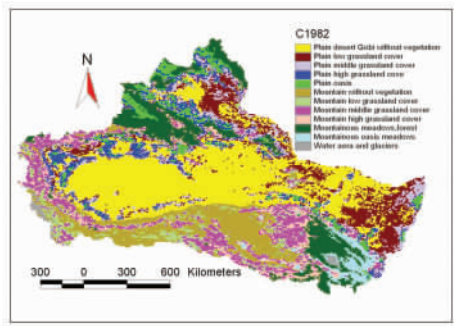


图 2 研究区 1982 年植被分类结果图
Fig. 2 The vegetation classification map in 1982

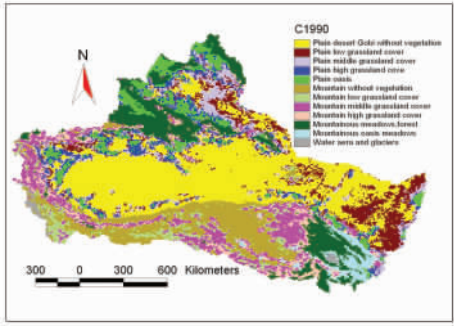


图 3 研究区 1990 年植被分类结果图
Fig. 3 The vegetation classification map in 1990

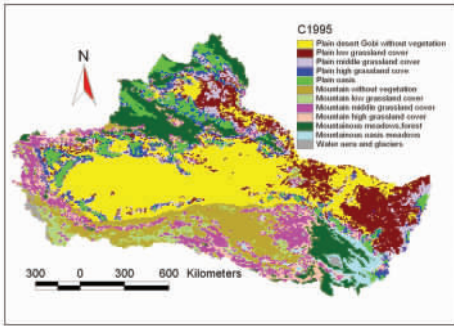


图 4 研究区 1995 年植被分类结果图
Fig. 4 The vegetation classification map in 1995

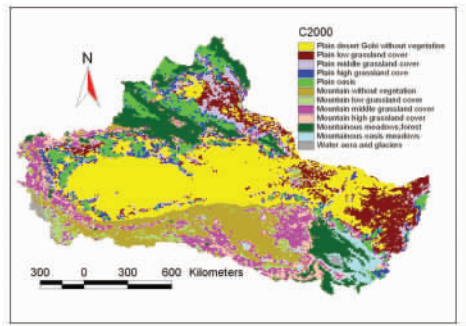


图 5 研究区 2000 年植被分类结果图
Fig. 5 The vegetation classification map in 2000

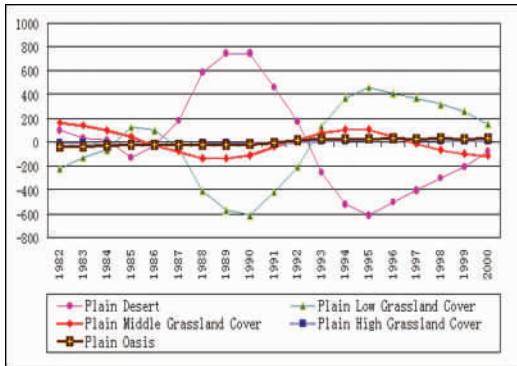


图 6 阿拉善平原区植被类型变化
Fig. 6 Curve of anomaly of vegetation types in Hexi Corridor, Alxi Plain

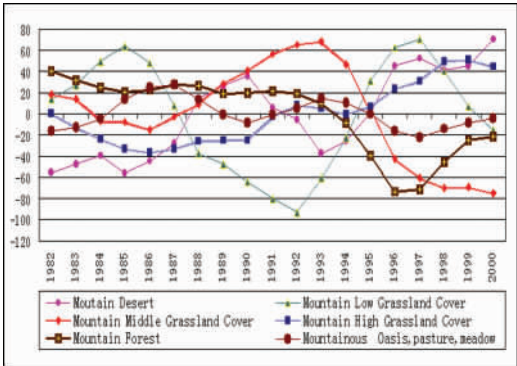


图 7 柴达木盆地高原区植被类型变化
Fig. 7 Curve of anomaly of vegetation types in Qaidam High Basin Mountain

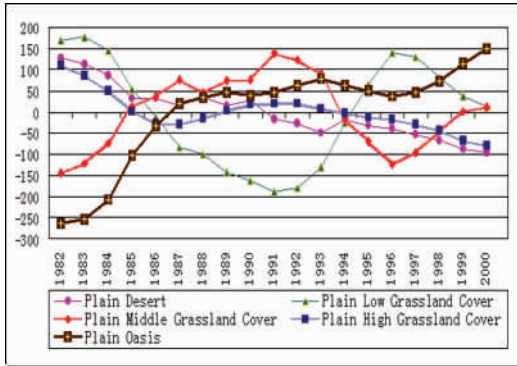


图 8 北疆平原区植被类型变化
Fig. 8 Curve of anomaly of vegetation types in North Xinjiang Plain

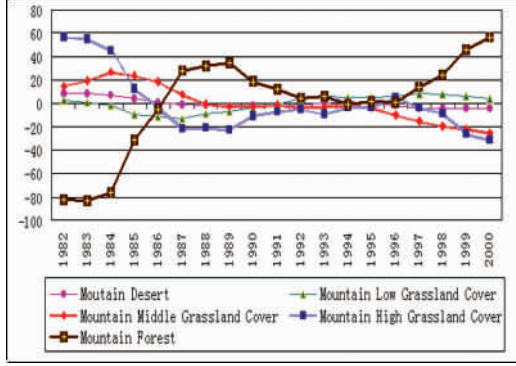


图 9 北疆山地地区植被类型变化
Fig. 9 Curve of anomaly of vegetation types in North Xinjiang Mountain

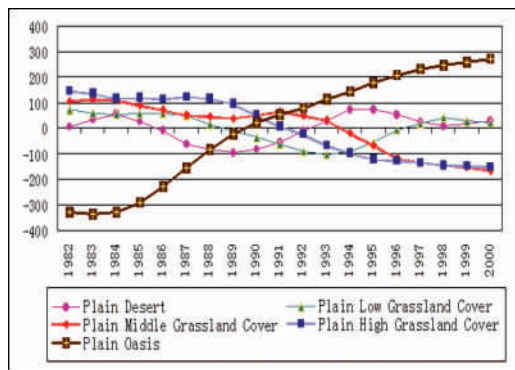


图 10 南疆平原区植被类型变化

Fig. 10 Curve of anomaly of vegetation types in South Xinjiang Plain

稳定的状态；山地高覆盖度草地从 1982–1989 年呈快速减少，1989–2000 年面积波动减少；山地森林面积与高覆盖度草地有反向变化的趋势，不同时段增长的速率不同。表明该地区植被类型稳定。

4.5 南疆地区平原区植被类型变化(图 10)

无植被区和平原低覆盖度草地的面积 1982–2000 年总体上呈波动变化，没有明显的增减趋势；平原中覆盖度草地和高覆盖度草地面积 1982–2000 年均呈下降趋势；平原区绿洲的面积自 1982–2000 年呈稳定的上升趋势，共增加了 600 多像元。在宏观上，绿洲面积的变化与高、中覆盖度草地有相互转换关系。

4.6 南疆山地(图 11)

南疆山地是山地各植被类型变化幅度最大的地区，无植被覆盖类型、低覆盖度草地有较大幅度的波动，而中覆盖度草地与二者呈反向波动，高覆盖度草地与森林面积呈增加趋势。

5 讨论与结论

5.1 平原地区植被变化情况

从 1982–2000 年的 19 年中，无植被面积略有下降，其中，下降的贡献主要来自于北疆地区，南疆与柴达木盆地的荒漠与低覆盖度植被二者总体较平衡。北疆下降的原因一方面可能与人为活动有关，特别是 20 世纪 50–70 年代盲目开荒，而后因无水灌溉或盐渍化过重无法利用被迫撂荒，后期有不同程度的植被覆盖，这种变化与笔者在北疆地区野外调查结果相吻合。另一方面可能是该地区自然气候的变化有利于植被恢复^[16]。

平原区另一个变化特点就是绿洲面积平稳增大，主要表现在新疆地区，而河西走廊绿洲的面积基本上没有变化。这与各地区人类农业生产活动有关，如南疆地区是新疆的最大优质棉区，随着棉花市场的供需紧张，在经济利益的驱动下，南疆地区的土地面积发生了显著变化，而北疆地区是粮、棉、畜牧混合区，耕地面积虽有显著增加，但增长幅度小于南疆。而河西走廊地区主要是以粮食为主，且为老绿洲，水资源紧张，绿洲土地面积变化不大。

5.2 西部干旱区山地变化情况

山区的植被变化主要受人类季节性放牧、森林采伐的影响，相对于平原区影响较小，因此该地区植被的变化更多地反映自然的状况。南疆、柴达木盆地无植被、低、中覆盖度草地有类似的分布趋势，南疆山地和柴达木盆地似乎受到相似的驱动影响，北疆的走势与二者不同。这表明以天山为界，南北气候条件及气候变化有差异。而新疆所有地区的山地森林面积在 20 世纪 80 年代到 90 年代有一个较快的增长，此后增长速度减慢。其原因一方面可能与 1979 年国家颁布的森林法以及林业部门由伐林变为养林、

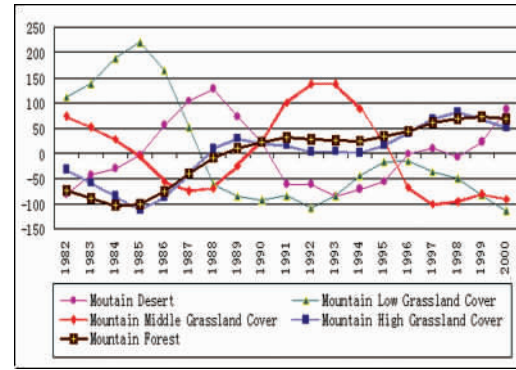


图 11 南疆山地植被类型变化

Fig. 11 Curve of anomaly of vegetation types in South Xinjiang Mountain

护林的职能转变有关；另一方面可能与新疆地区的增湿、增温有助于山地森林的恢复有关。森林在经历了一段快速恢复后，逐渐进入平稳增长，表明新疆地区的植被和自然环境有改善的趋势。值得注意的是，虽然柴达木盆地植被的变化幅度不大，但其草甸、森林面积减少，荒漠面积增加，表明该地区植被在退化。

5.3 植被类型的转换方式

从转换方式来看，在平原区，阿拉善高原区无植被覆盖和低覆盖度草地之间具有转化关系(图 3、图 4)，其它类型稳定；在南疆地区无植被覆盖类型和低覆盖度之间有转换，但幅度小，绿洲与中、高覆盖度植被两个类型之间有明显转换；在北疆地区，低覆盖度草地与中覆盖度草地有明显的转化关系，无植被类型和高覆盖度草地面积减少，绿洲面积增加。不同地区的植被之间具有不同的转换类型。

5.4 人类活动因素是影响变化的重要因素

从平原地区植被类型距平曲线图中可以看出，绿洲面积呈显著增长的趋势，这与新疆近 20 年来大量开垦荒地有关，其中 20 世纪 80–90 年代初增长迅速，此后增长速度减缓，但仍呈增加趋势。而在绿洲类景观面积增加的同时，高覆盖度草地和中覆盖度草地面积(自然绿洲植被)减少，也就是说在绿洲与荒漠之间的过渡带面积减少。由于西部干旱区中，绿洲是人类生存和生产的核心场所，从各类植被面积的变化上可以看出，在 8 km 的分辨率下，绿洲面积基本上不受自然因素的影响而持续增加。绿洲面积的增加，使得其它类植被面积减少，尤其是中、高覆盖度草地面积减少，因此人类活动已是西部干旱区、平原地区植被类型发生显著变化的重要因素。

5.5 总体结论

近 20 年来，干旱区各区域相同植被类型的变化状况不完全相同，具有不同的特点。北疆地区无植被覆盖类型面积明显减少，生态环境有所改善。南北疆在绿洲面积增加的同时，中、高覆盖度植被减少，即在绿洲与沙漠之间的过渡带植被面积减少，柴达木盆地荒漠面积增加，森林、草甸类植被面积减少，表现出该区生态环境退化。从总体变化图和各区域变化图中都可以看出，中、高覆盖度植被带的面积逐渐减少，已从荒漠与绿洲过渡带而转变为断裂带，此区域的植被带也由维护绿洲稳定的屏障演变成威胁绿洲存在的外患^[17]。综合各区各类植被的变化来看，在平原区荒漠无植被区是稳定的(与其总面积相比)，绿洲也是西部干旱区较稳定的植被类型，而且是不断扩大的植被类型，而在这二者之间的过渡带类型的植被，尤其是中、高覆盖度植被的面积在减少。绿洲、过渡带和沙漠之间应建立合乎自然规律的层次关系，才能保证绿洲的稳定可持续发展。因此，在追求绿洲稳定性与绿洲发展的同

师庆东,等:中国西部干旱区植被覆盖变化特征分析

时,如何保护平原区中、高覆盖度植被是干旱区研究工作者面临的课题,保护中、高覆盖度植被带就是保护绿洲,是干旱区人类与自然协调发展的最佳选择。

参考文献(References)

- [1] 章文波,符素华,刘宝元.目估法测量植被覆盖度的精度分析[J].北京师范大学学报(自然科学版),2001,37(3):402-408.
- [2] 王让会,樊自立.塔里木河下游近50年来沙质荒漠化演变规律[J].中国沙漠,2000,20(1):45-50.
- [3] 赵成义,宋郁东,王玉潮,等.三工河流域荒漠绿洲植被动态及其成因分析[J].应用生态学报,2004,15(2):249-254.
- [4] 丁建丽,塔西甫拉提·特依拜,熊黑钢,等.塔里木盆地南缘绿洲荒漠化动态变化遥感研究——以策勒县为例[J].遥感学报,2002,6(12):56-62.
- [5] 马明国,董立新,王雪梅.过去21年中国西北植被覆盖动态监测与模拟[J].冰川冻土,2003,25(2):232-236.
- [6] 方精云,朴世龙,贺金生,等.近20年来中国植被活动在增强[J].中国科学(C辑),2003,33(6):554-565.
- [7] 阎福礼,李震,邵芸,等.基于NOAA/AVHRR数据的地表覆盖变化检测方法[J].遥感信息,2003,(3):15-18
- [8] ZENG X B, ROBERT E, DICKINSON A W, et al. Derivation and

- evaluation of global 1-km fractional vegetation cover data for land modeling[J]. Journal of Applied Meteorology, 2000, (39): 826-839.
- [9] QI J, MARSETT R C, MORAN M S, et al. Spatial and temporal dynamics of vegetation in the San Pedro River Basin area[J]. Agricultural and Forest Meteorology, 2000, 105 (1/3):55-68.
- [10] 中国科学院新疆综合考察队等.新疆植被及其利用[M].北京:科学出版社,1978.
- [11] 中国植被图集编辑委员会,中国科学院1:1000000中国植被图集[M].北京:科学出版社,2001.
- [12] 张佃民,刘晓云.新疆植被区划的新方案[J].干旱区研究,1990,7(1):1-10.
- [13] 潘晓玲,党荣理,伍光和.西北干旱荒漠区植物区系地理与资源利用[A].北京:科学出版社,2001.
- [14] 师庆东,吕光辉,潘晓玲,等.遥感影像中分区分类法及在新疆北部植被分类中的应用[J].干旱区地理,2003,26(3):264-268.
- [15] 师庆东,吕光辉,韦如意,等.利用FVC和DEM对中国新疆南部植被的分类研究[J].新疆大学学报(自然科学版),2003,20(3):280-284.
- [16] 胡汝骥,樊自立,王亚俊,等.近50年新疆气候变化对环境的影响评估[J].干旱区地理,2001,6(2):97-103.
- [17] 潘晓玲.干旱区绿洲生态系统动态稳定性得初步研究[J].第四纪研究,2001,21(4):345-351

(责任编辑 王 芷)

·封面文字说明·

中国环流器二号A装置首次达到近堆芯条件

2005年12月,由核工业西南物理研究院成功建造的我国第一个具有偏滤器位形的托卡马克装置——中国环流器二号A装置,首次达到近堆芯条件;2006年2月,该装置运行参数达到:等离子体电流400kA,纵向磁场2.65T,等离子体存在时间2960ms,实现了在等离子体电流350kA条件下连续12次左右的重复稳定放电,等离子体电流平顶时间超过1000ms。这是继2003年中国环流器二号A装置成功实现偏滤器位形放电以来,我国核聚变装置取得的又一重要成果,表明我国已经具备了近堆芯条件下的聚变堆经济性和工程性等前沿课题研究的能力,进一步缩短了我国在该领域与国际先进水平的差距,为我国“十一五”核聚变能源开发科研任务的完成,以及我国加入国际热核聚变实验反应堆计划(International Thermonuclear Energy Reactor,简称ITER)提供了坚实的技术基础。

核聚变研究的最终目标是建成聚变能核电站,为人类提供取之不尽、用之不竭的新能源。核工业西南物理研究院是我国最大的受控核聚变研究基地,该院于20世纪80年代建成中国环流器一号装置,开辟了我国核聚变研究的新天地,为我国在国际核聚变研究领域赢得了一席之地。20世纪90年代,该院又建成了中国环流器新一号装置,性能达到国际上同类型、同规模装置的先进水平,研究成果得到世界核聚变界的关注和肯定。2002年,该院成功建成了中国第一个具有偏滤器位形的托卡马克装置——中国环流器二号A装置。该装置是我国第一个带偏滤器的托卡马克装置,它的规模和研究目标非常符合下一步世界聚变物理研究和聚变新技术开发的重点,即进行等离子体中心区与边缘区物理性能研究、先进偏滤器位形与性能研究、偏滤器靶结构与材料研究等;而这些都是寻求提高聚变能竞争力和发挥聚变能环保优越性的重要课题,有利于进一步验证核聚变能在技术上和经济上

的可行性。

能源在国民经济中占有特别重要的战略地位,随着我国国民生产总值的稳定持续增长,能源紧缺及其派生的环境问题将成为制约我国经济发展的主要问题之一。发展一种原料丰富又安全环保的新能源是中国经济发展的当务之急,而核聚变能源是解决这一问题的根本出路之一。我国从20世纪50年代中期开始受控核聚

变(包括磁约束聚变和惯性约束聚变)的研究,经过几代人的努力,相继建成了中国环流器一号装置、中国环流器新一号装置、HT-7超导托卡马克等中型装置,特别是中国环流器二号A装置的建成,以及EAST(先进超导托卡马克实验装置,Experimental Advanced Superconducting Tokmak,简称EAST)的建设,极大地提高了中国磁约束聚变研究在国际上的地位,使我国核聚变能源开发实力迈上新台阶。

本期封面图片为建成的中国环流器二号A装置,由核工业西南物理研究院摄影、供稿。(本刊记者 苏 青)

