

利用陆地卫星数据绘制 Saurashtra 海岸区的盐渍地

M. D. Joshi

(印度技术学院, Delhi, 110016, 印度)

B. Sahai

(空间应用中心(ISRO), Ahmedabad, 380053, 印度)

摘要 由于海岸过程的影响,海岸盐渍地的区域和大小随着时间在变化。为了采取补救和保护措施,用图件形式获取该地区的精确资料是极其重要的。采用常规方法在这样一个荒芜地区进行测绘,困难大、费时多、成本高,加之天气变化无常,现场工作十分辛苦。因此,为了制作 Gujarat 州海岸区的盐渍图,我们用遥感技术提供有关盐渍地的范围和等级的数据。

1 前言

为了采取适当的保护和补救措施,改造海岸盐渍地,对该地区进行精确的制图是极其重要的。海岸地区盐的范围和等级受各种海岸过程的影响和制约(Report 1983),并处在不断变化的状态之中。在一荒凉的海岸环境中,采用常规方法进行制图和监测,不仅困难大、费时多,而且成本高,加之天气变化无常,致使现场测绘特别辛苦。

Gujarat 是印度土地盐渍化程度较高的州之一(Agarwal *et al.* 1982),迫切需要采取改造措施。我们选取了沿 Bhavnagar Valsad 海岸重要的一段海岸带,采用现代的遥感方法来研究该地区进行制图的可能性(图1)。

研究区海岸线长约350km,宽5~45km 不等(Report 1986)。该区大部分属于 Gujarat 州南部海岸地区,气象条件从北到南不一样,属半干燥和潮湿的自然环境,研究区的大部分未垦植。

2 研究方法

为了得到既能表示区域范围又能反映盐含量相对数值的测绘图,我们给出以下方法。原则是最大限度地利用现有的间接数据并与遥感数据相结合(Joshi 1990)。在印度,科学家们已广泛采用遥感技术对盐渍地进行制图(Rao *et al.* 1986, Singh *et al.* 1989)。Nayak 等人(1987)根据植被的单一密度绘制了一张盐渍图。而现在采用的是综合制图方法,即考虑地貌、地表水的扩展范围、植被和地形等各种因素。

我们选用陆地卫星1,2,4和5号多年雨季前后的遥感资料,获得了有关研究区的土壤类型、农业种植和灌溉设施等方面的地貌图、地形图资料的数据。

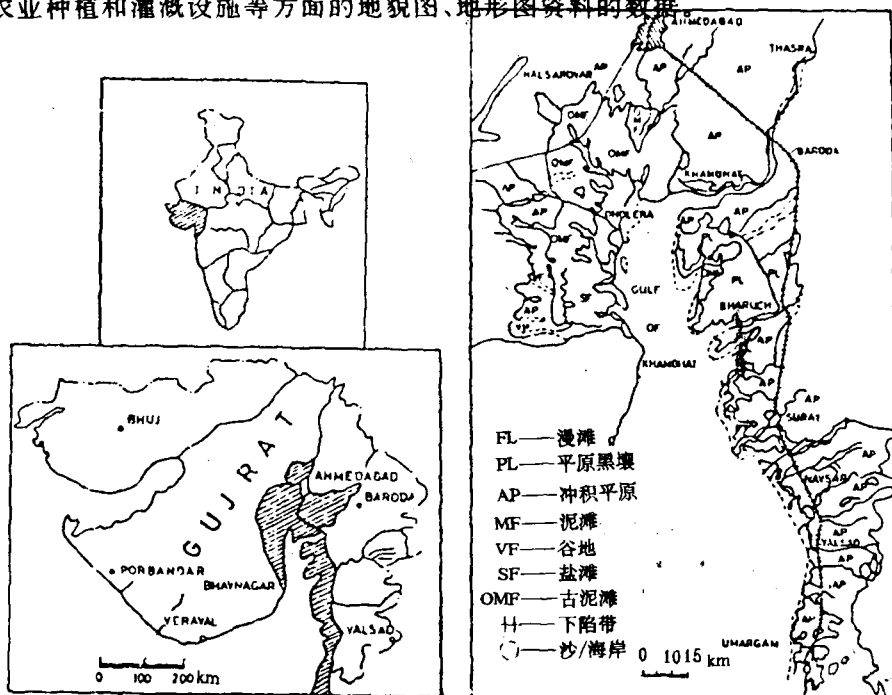


图1 研究区的位置和范围

图2 根据陆地卫星-5 MSS

ECC 资料绘制的地貌图

(日期:1986-03-28~30)

2.1 分析方法

在检验了各种遥感产品的适用性之后,我们研究了如何分析不同形式、不同规格的遥感数据。其步骤如下:①陆地卫星假彩色合成镶嵌图初步研究;②1:1 000 000比例尺正、负片研究;③1:250 000比例尺假彩色合成图像(FCC)和1:1 000 000比例尺透明片研究;④1:250 000比例尺黑白片彩色合成片光学放大研究;⑤关键码的制备;⑥地面实况资料收集;⑦1:250 000比例尺专题图和显示盐结壳的盐渍图的制作。

另外,为了在研究区建立研究对象的特征信号或特性,以及为把分析结果同地面特征进行比较和确保资料判读的可靠性与准确性,需要收集地面实况数据,这些数据包括:地貌单元的标志、植被和农作物、土壤状况和类型、灌溉和排水、电导率(EC)和 SAR 等。

2.2 步骤

用来研究受海岸盐度影响地区的方法为:把雨季前后以及农作物不同生长期的数据当作不同年份的数据,绘成以下三张专题图:①地貌信息图;②地面水文/水扩张图;③植被(农作物密度)分布图。不过,地面坡度和排水条件区需要利用地貌图作进一步的核查。

根据卫星数据和间接数据进行图像解译,提取以下信息。地貌:泥滩、漫滩、沙质平原、

盐坪、山鹿地带、河谷低地等。地表水扩展：海、海岸线、湿地、溪、水淹区等。植被：植被、农作物及其密度、森林。排水：排水沟和该区的坡度。

为了作出研究区的盐度图，需要考虑各种要素。根据土壤、水文、地形、植被和其他数据，把盐度分为三个不同的等级：①盐结壳/高盐性，称为高盐性，表为 S_3 ；②盐壤，可种植，称为中等盐性，表为 S_2 ；③可能具有盐性，可种农作物，称为轻度盐性，表为 S_1 。

可把泥滩作为单独的一类从上述的分类中分离出来。把泥滩和被海水淹没的高盐性地区划归一类，它们具有很高的电导率(EC)。如果在土壤剖面中观察的电导率大于 $2.0\text{mS}\cdot\text{cm}^{-1}$ 时，就认为是高盐性；如果电导率大于 $1\text{mS}\cdot\text{cm}^{-1}$ 小于 $2\text{mS}\cdot\text{cm}^{-1}$ ，认为是中等盐性；而当电导率小于 $1\text{mS}\cdot\text{cm}^{-1}$ 时，认为是轻度盐性。

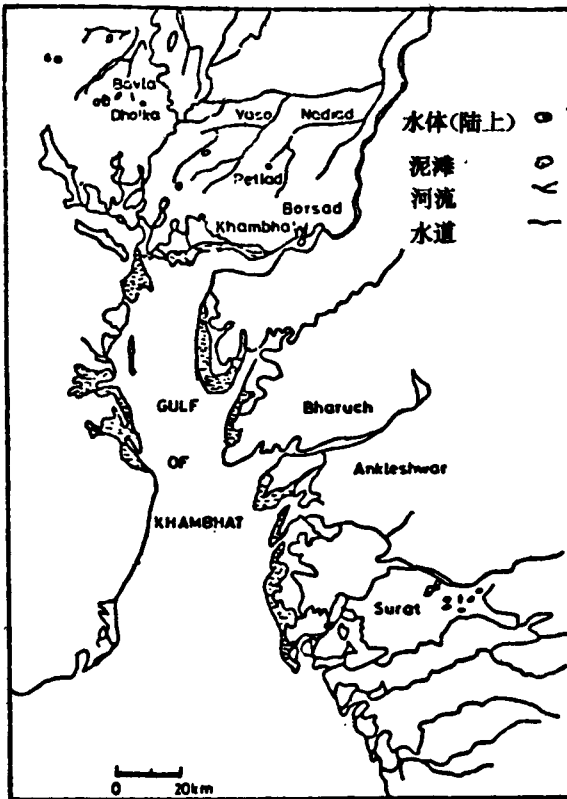


图3 根据陆地卫星-5 TM 数据
绘制的植被分布图
(日期:1985-12-08)

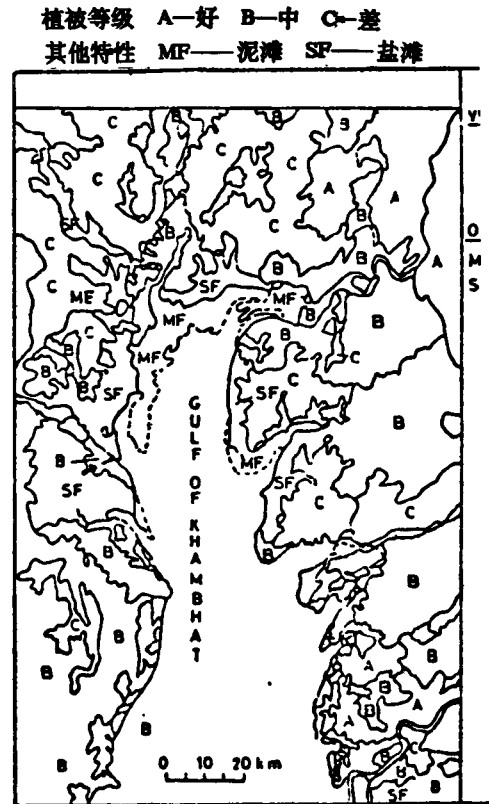


图4 地表水扩张图
采用陆地卫星-5 TM 数据
(日期:1986-02-17和1986-03-30)

3 观察结果和讨论

结合研究区的地貌图(图2)、地表水扩张图(图4)和植被图(图3)进行分析,并把整个研究区以河流为界分成4个地带:Par 河—Kim 河、Kim 河—Mahi 河、Mahi 河—Sabar-

mati 河和 Sabarmati 河—Chogha 河(表1)。

区域盐度和现场相关性,通过地貌图的分析可得以下结果。

(1)漫滩、河谷低地和沙质平原,临近河流而远离海岸,要么是无盐区,要么是可忽略的盐渍区。

(2)远离海岸的冲积平原,要么无盐性,要么就是具有中等盐性。可是在有黑壤存在的地方,属于轻度盐性(远离海岸),而靠近海岸地区是高盐性。这和在现场核对期间所观察到的结果是一致的。

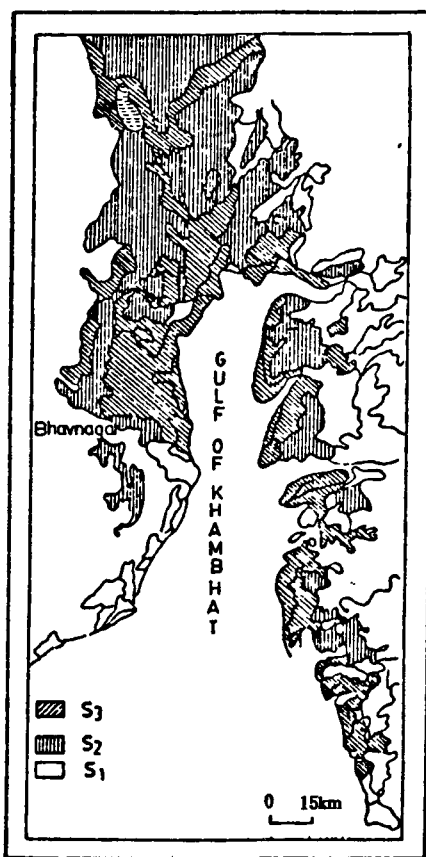


图5 Bhavnagar Valsad 海岸地区盐度图

根据陆地卫星-2的 MSS 数据,1977,1981

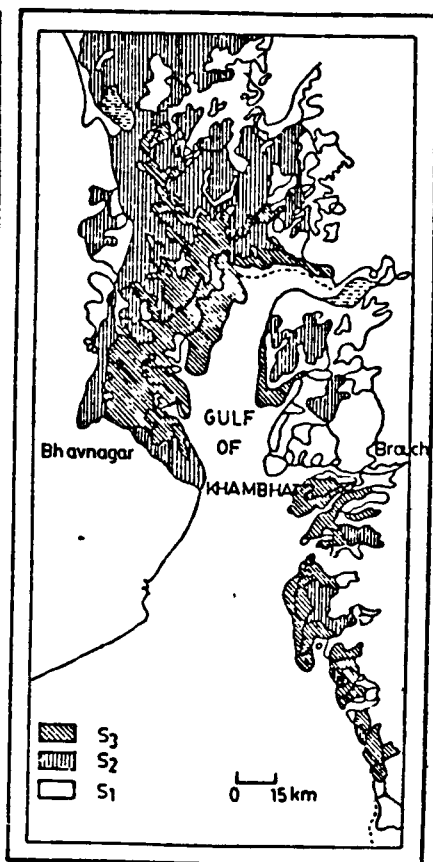


图6 Bhavnagar Valsad 海岸地区盐度图

根据陆地卫星-5数据,1985,1986

(3)泥滩以下地区是盐性,老的泥滩可根据其排水条件和接近海岸的远近,分为中等盐性或是高度盐性,并视其排水条件和距海岸远近进行相应的分类。

(4)把盐坪和盐壳地区划归盐结壳。

利用地表水扩张图识别以下区域的盐度:

(1)靠近河流(溪流)被泥滩覆盖的地区,属高度盐性区;

(2)被大潮淹没过的地带是高盐度区;

(3)近海岸靠近大水槽(人们用这些水槽的水灌溉)的地区,视植被色调变化/植被和农作物密度将其分为无盐性和中等盐性两种类别。不过这仅适用于靠近平坦的海岸地区。

结合地貌单元、水扩张、地面坡度和各种土壤识别长势良好、中等和差三种类型的植被/农作物的密度,并把长势良好的视为无盐性,以 S_1 表示;长势中等的视为低盐到中等盐性,以 S_2 表示;长势较差的视为中到高盐性,以 S_3 表示。我们分析了该地区多年多时相数据,对土地进行了盐度分级,并识别出荒地。盐度的两个级别是:①盐结壳/高盐地;②农业盐地。

表1 研究区及其环境

土壤	地貌单元	地形	地表水范围/排水	植被、农作物覆盖	盐度	区域	地质
Par 河到 Kim 河 (Valsad, 部分 Surat)							
1. 浅滩	泥滩	很平	湾水/潮湿	滨海物质	高盐性	海滨地/沼泽地	火成岩
2. 褐色到暗褐	AP	平到很平 <2%	小湾、湿地 潮汐影响	植被贫乏	高盐性	滨海平原	火成岩
3. 褐到暗褐	AP	平	远离河流	中等	中到高	滨海但 远离河流	火成岩
4. 褐到暗褐	AP	平	近河	植被良好	轻度	靠近铁路线	火成岩
5. 暗黑	OMF	平	水池	中等	中度		火成岩
Kim 河到 Mahi 河 (Surat, Bharuch 和 Vadodara 地区)							
1. 重粘土质的	泥滩	很平	湾水	贫到很贫	高度	沿海岸、河口、近岸溪	火成岩
2. 表面黑色	AP	很平	溪流近岸	贫	高度	近岸	火成岩
3. 向岸中到浓	AP	平	远离海岸	中	中到高	大部分远离海岸	火成岩
4. 中到黑	AP/FP	平	河流、小溪	良好	轻度	近铁路线	火成岩
5. 暗黑	OMF	平	水池	中	中度		火成岩
Mahi 河到 Sabarmati 河 (Kheda 和 Ahmedabad 地区)							
1. 中粘土剖面	泥滩	很平	湾水	贫	高度	Khambhat 之南	火成岩
2. 中到浓重	AP	平	沟渠、水池	良好	高度	Anand-Nadiad 地区	火成岩
3. 暗	OMF	平	水池	中	中度	Khambhat 西北和西	火成岩
Sabarmati 河到 Ghogha 河 (Ahmedabad, Surendranagar 和 Bhavnagar 地区)							
1. 中到浓	泥滩	很平	湾水	海岸植被贫	高度	海岸区泥滩	火成岩
2. 壤质壤	OMF	很平	溪流、沟渠	中等灌溉植被	高度	Sabarmati 之东向岸	火成岩
3. 壤质壤	SF	很平	溪流	中到低	高度	Bhavnagar 之北	火成岩
4. 中等	VF	平	溪流	中到低	中/轻度	Bhavnagar 西北	火成岩

考虑上述两点,作出盐度分级图。一张是采用陆地卫星-2(Landsat-2)多年(1977~1981)的资料作出来的(图5)。另一张是用陆地卫星-5,1986年雨季前后的 TM 数据制作的(图6)。与盐度有关的其他的分级还有湿地或沼泽地。采用多年不同时期,不同卫星传感器数据制作的两张盐度图进行比较研究提供了机会。

表2 不同卫星数据绘图精度

序号	年	陆地卫星	观察点号	误译点	精度(%)
1	1977~1981	MSS-2	164	42	74
2	1985~1986	TM-5	164	14	90

4 盐渍区的制图精度

在同地面钻孔位置的观察结果进行比较时,表2提供了盐度图和精度估算(图7)。有趣的是,来自陆地卫星-2的 MSS 数据和陆地卫星-5的 TM 数据大多数误译点是相同的。在15个误译点中,有10个在这两幅影像中是一样的。计算了两种不同卫星数据的解译精度,导致不准确性的主要原因有以下三点。

(1)陆地卫星-2的 MSS 数据的空间分辨力是80m,限制了小尺度特征的解译。TM 数据的空间分辨力是30m,大大高于 MSS 数据的空间分辨力,较小区域特征就可精确地解译出来。

(2)采用的遥感数据取自多年的陆地卫星资料,1977~1981年取自陆地卫星-2的 MSS 数据,1986年取自陆地卫星-5的 TM 数据。而地面观察结果完成于1985年。地面方法和遥感方法在资料获取上存在时间差,这可能是引起不精确性的主要原因之一,因为在这个相差的时间内土壤中的盐度可能存在着变化。

(3)研究区的盐度经多年后有可能增加。

5 结 论

研究表明利用具有适当精度的卫星遥感数据绘制及识别盐渍地的范围和相对大小是可能的。还表明,采用陆地卫星-5的 TM 数据取代陆地卫星-1,2和3的数据,可以获得更高的制图精度。利用卫星数据同间接数据相结合的方法,可以更好地进行制图。

发现泥滩具有很高的电导率,故划归高盐渍地一类。在限定地区有变化时,得到的交

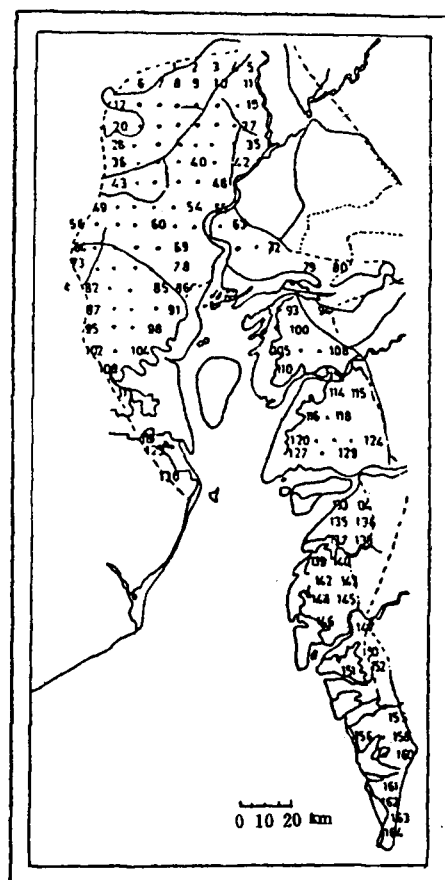


图7 研究区采样点位置分布图

换百分比(ESP)是容易识别的。

表3 土壤取样和位置

序号	土壤地点	样品深度 (cm)	地质	导电率(EC) (mmS/cm)	pH	氧化钨	交换百分比 (%)
1	Kondariya	0~60	亚沙土	0.81	7.9	微弱	<2
		60~120	壤土	1.55	7.8	微弱	<2
2	Sari	0~60	壤土	0.36	7.9	无	
		60~120	壤土	0.35	7.5	无	
3	Pachchham	0~60	亚粘土	1.77	7.9	猛烈	>2<3
		60~120	亚粘土	0.90	NA	猛烈	
4	Bharbhir	0~60	亚粘土	4.99	8.1	猛烈	>13
		60~120	粘土	9.65	7.8	猛烈	
5	Jaswantpur	0~60	亚粘土	6.40	8.0	猛烈	>13
		60~120	粘土	12.28	7.8	猛烈	
6	Govalak	0~60	粘土	0.26	8.0	微弱	<4
		60~120	粉质亚粘土	0.24	8.0	微弱	
7	Dhera	0~55	粉质亚粘土	4.15	7.9	强烈	>13<19
		55~100	粉质亚粘土	5.92	8.4		
8	Kharsad	0~60	粘土	0.44	8.2	微弱	<4.5
		60~120	粘土	0.52	8.1	微弱	

参考文献

- [1] Agarwai, R. R., Yadav, J. S. P., and Gupta, R. N., 1982, *Saline and Alkali Soils of India* (New Delhi: Indian Council of Agriculture Research), pp. 10~11
- [2] Joshi. M. D., 1990, Application of remote sensing techniques for mapping and monitoring saline and waterlogged areas in Gujarat, PhD. Thesis. pp. 34~37
- [3] Nayak. S. R., Sahai, B., and Bapat, M. V., 1987, Application of Landsat Data for Mapping the Central Belt Around the Gulf of Khambhat. *Proceedings of National Symposium on Remote Sensing in the Land Transformation and Management* (Hyderabad: NRSA) pp. 59~64
- [4] Bao. B. R. M., Josin. D. C., Dwivedi, R. S., and Shyam, S., 1986, Landsat MSS Data as base for mapping coastal soils. *Photonirvachak*, 14, pp. 55~60
- [5] Report 1983 of the High Level Committee 11 to examine the problems of salinity ingress along the coastal areas of Saurashtra: Irrigation Department, Government of Gujarat, 1983. pp. 17~19. Government of Gujarat publication
- [6] Report 1986, of the Expert Committee for 'Coastal Saline Areas from Bhavnagar to Valsad' Volume 1 and 11, Government of Gujarat 1986(Unpublished). pp. 11~12
- [7] Singh, A. N., and Dwivedi, R. S., 1989. 'Delineation of salt-affected soils through digital analysis of Landsat MSS Data. *International Journal of Remote Sensing*. 10, 83~92

吴隆业 译自 *International Journal of Remote Sensing*, 1993, Vol. 14, No. 10,
1919~1929 吴永森校