

利用中国国土卫星像片编制 1:10 万 《黄河三角洲部份地区影像系列图》*

张林泉 许学工 吴泉源 程道平

(山东师范大学地理系)

1986年9月2日收稿

摘 要

本文根据中国国土卫星像片首次应用试验的实践,阐述了在黄河三角洲部份地区应用中国卫星像片进行国土资源调查的目的、意义、试验区选择、图像性质及试验的全过程。由于这是第一次应用中国卫星像片编制专题地图,并将其成果用于国民经济建设,因此,本文提出的图像处理方法、解译制图原则和程序以及对整个试验成果的综合评价,具有重要的现实意义。

一、前言——黄河三角洲的地理问题

近代黄河三角洲位于山东省北部地区,指以宁海为顶点、东到小清河口、西到套儿河口的扇形地区。它是自1855年以来黄河尾间地段不断泛滥、决口、冲淤、堆积而成的,总面积约5400平方公里。

黄河三角洲石油、天然气、土地、水及水产资源十分丰富,是我国东部地区急待开发的重点区域之一。但是,由于黄河三角洲生成时代新,自然条件差,过去对它的了解、调查都较少,一系列的重大地理问题长期没有解决,影响了开发利用的进程。

(1) 黄河三角洲的海拔高度多在10米以下,从扇顶到扇缘直线距离长达80公里,比降却只有1/1000—1/10000,虽然平均潮差1—2米,但由于坡度太小,海岸线的位置难以确定,滩涂下界更难解决。海岸线的长度、滩涂的面积自然不能精确量算;

(2) 黄河三角洲河口地段平均每7—10年大改道一次,尾间地段的河汉分流、摆动十分频繁,必须迅速弄清改道、摆动、分流的历史,深入研究其规律,才能准确地预测黄河三角洲的发展变化;

(3) 黄河三角洲由于黄河河道的不稳定和近年建设规模的扩大,其生态环境变化十分迅速,及时监测、掌握生态的变化规律是目前开发黄河三角洲的一个急待解决的课题;

(4) 黄河三角洲由于开发历史短,人烟稀少,许多社会经济要素缺乏详细的统计(如零散居民点、新建油井、农田耕地、盐田鱼池等),这对于制定三角洲的合理开发规划是十分急需的。

* 参加本课题工作的还有王渊、郭永盛、李孝同、王洪芬、杨林芳、聂晓红、焦秋生、张月君等。

针对上述急待解决的问题,我们自 1984 年 7 月—1985 年 3 月,使用 1983 年中国国土卫星获取的遥感图像,进行了黄河三角洲部分地区国土调查的编图试验。由于受当时图像覆盖范围的限制,试验地区西起 E 118°01'40",东到 E 118°41'30",南起 N37°50'20",北至 N 38°11'50",总面积约 1500 平方公里。

二、影像几何精度分析与判读概况

我们所使用的图像是 1983 年 8 月我国国土卫星取得的全色黑白图像,其主要特点是:

(1) 地面分辨力高:像幅中心的地面分辨力优于 10 米,能够充分满足 1:10 万专题制图的要求;

(2) 比例尺适中:放大原始图像可以方便地得到 1:10 万的编图用基础图像,按等大比例尺成图;

(3) 像幅覆盖面积大:有利于进行宏观分析,减少了镶嵌的麻烦,缩小了拼接误差;

(4) 现势性好:这是该地区当时最新的遥感图像,及时反映了黄河三角洲的现状。根据图像提供的成像时间,推算和查阅当时的气象、潮汐状况资料是方便的;

(5) 全色黑白图像不利于提取多种专题信息进行编图。为此,我们充分应用地学规律,加强地理环境的综合分析、成因分析、相关对比分析,弥补了波段和色调单一的不足;

(6) 几何畸变较大,比例尺不统一:由于我国国土卫星的成像系统是棱镜扫描式全景相机,除了地球曲率、卫星姿态和轨道偏离等因素产生的误差外,还有扫描时视角的不断变化、扫描机械速度变化产生的误差,因此,我国国土卫星图像不仅存在着多中心投影的投影误差,还存在着倾斜误差和大量的随机误差,这对保证成图精度是不利的。试验中,我们利用一切可能的手段(如计算机数字化校正、光学分区校正等)对图像进行了几何校正,虽然视觉质量有所降低,但制取了统一比例尺的符合精度要求的基础图像(点位统计误差小于 1 毫米),保证了成图系列化。

按照图 1 所示的程序,16 位工作人员用三个月时间完成了《海岸滩涂形态图》(图 2 局部)、《河流、渠道分布图》(图 3 局部)、《故河道分布图》、《居民点分布图》、《道路网分布图》、《耕地、盐田分布图》、《草地分布图》和《油田井站分布图》等 8 幅专题图的编制任务。

三、系列制图的原则与标准

1. 系列制图的原则

为了保证图件质量,实现各图件的统一化、系列化,制定了以下工作原则:

(1) 专题内容的选取坚持“尊重图像”的原则,除地名、高程注记、经纬度注记、时间注记外一般不允许将辅助、参考资料的内容直接移植到解译成果图上去,若必须应用需明确说明;

(2) 编图分幅坚持“一题一图”的原则,以便突出专题要素内容,最大限度地提取专题信息;

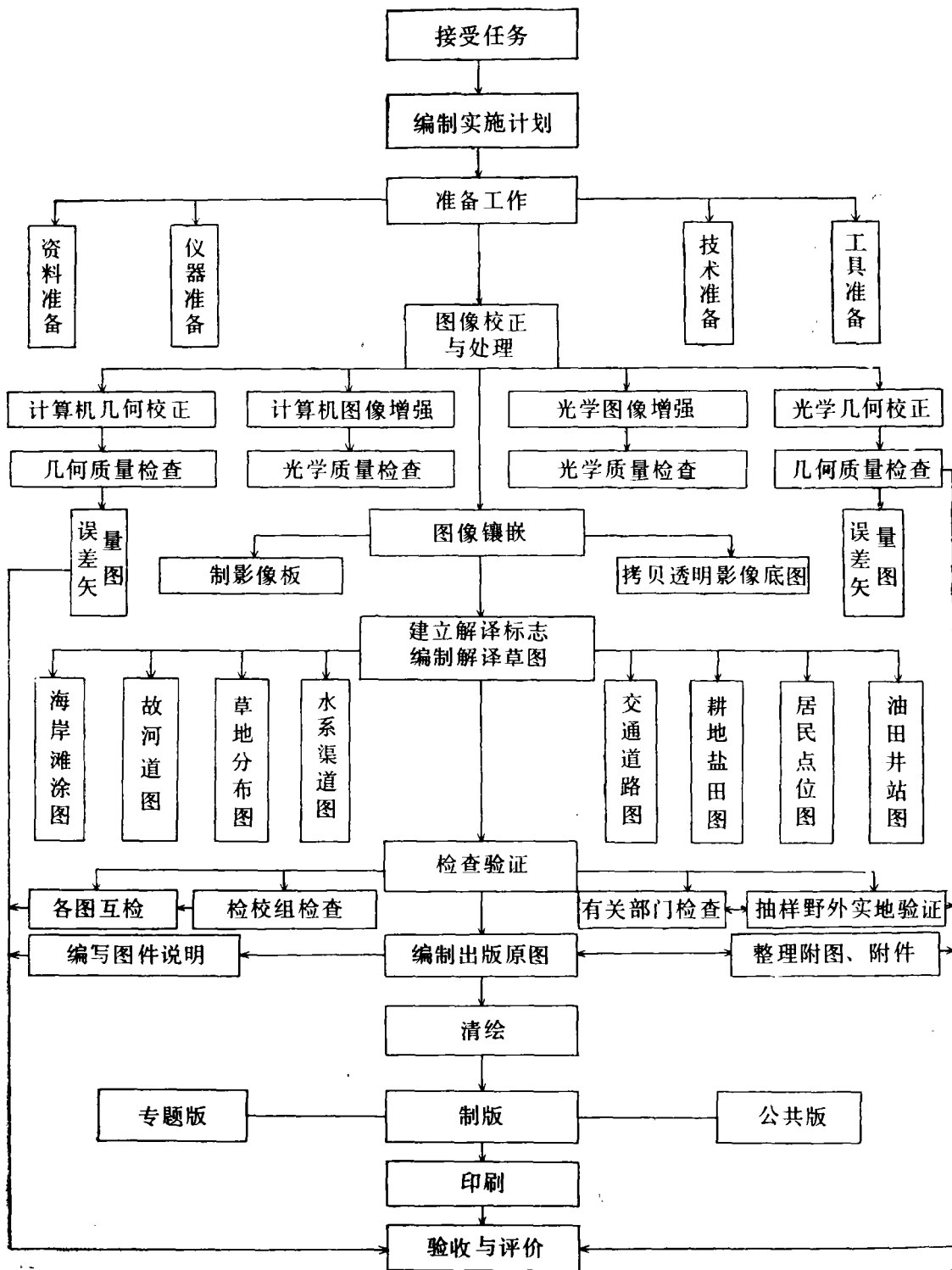


图 1 工作程序图

Fig. 1 The flow chart

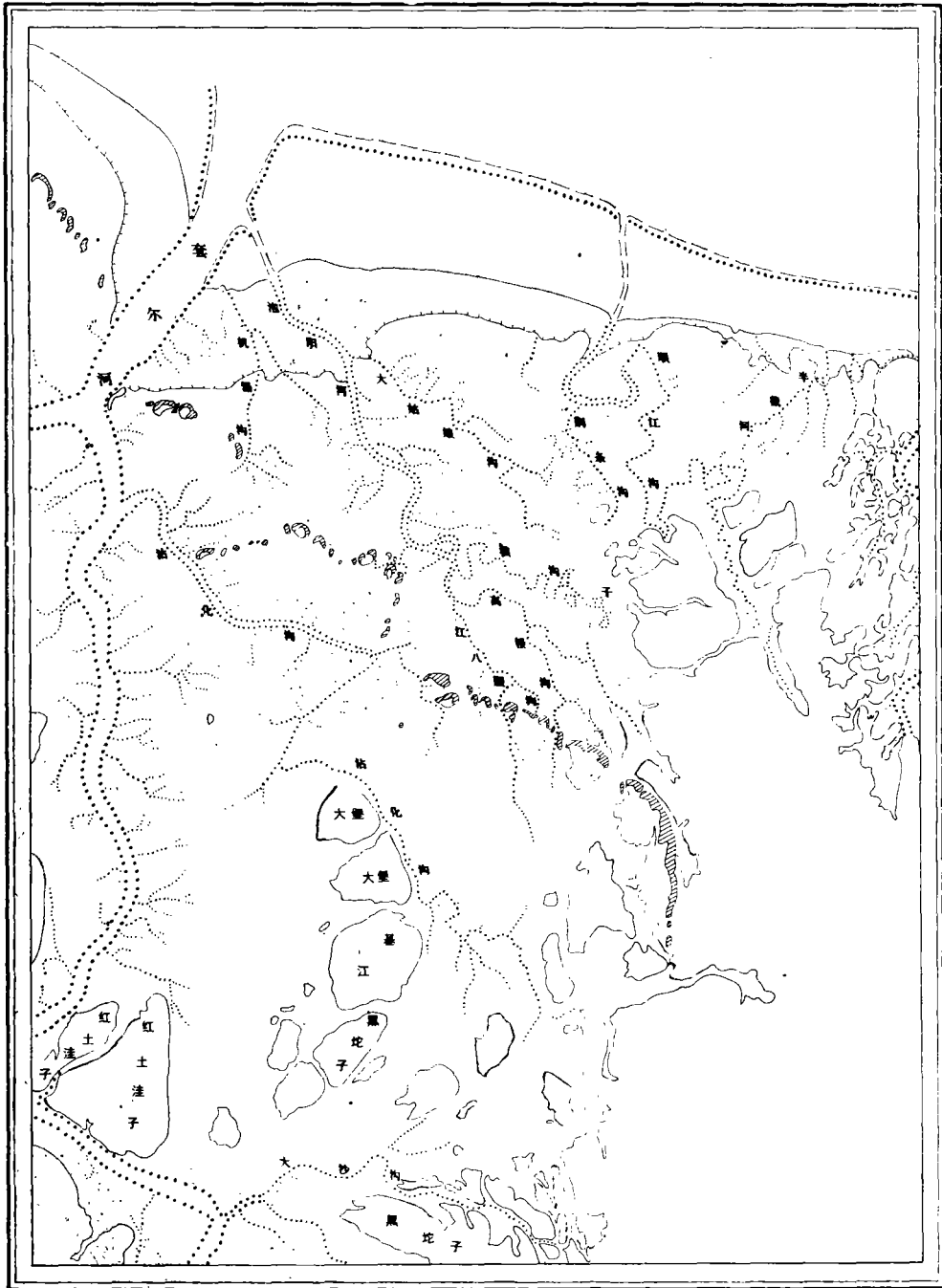


图 2 黄河三角洲部分地区海岸滩涂形态图(局部)

Fig. 2 The Status map of coastal beach in parts of the Yellow river delta

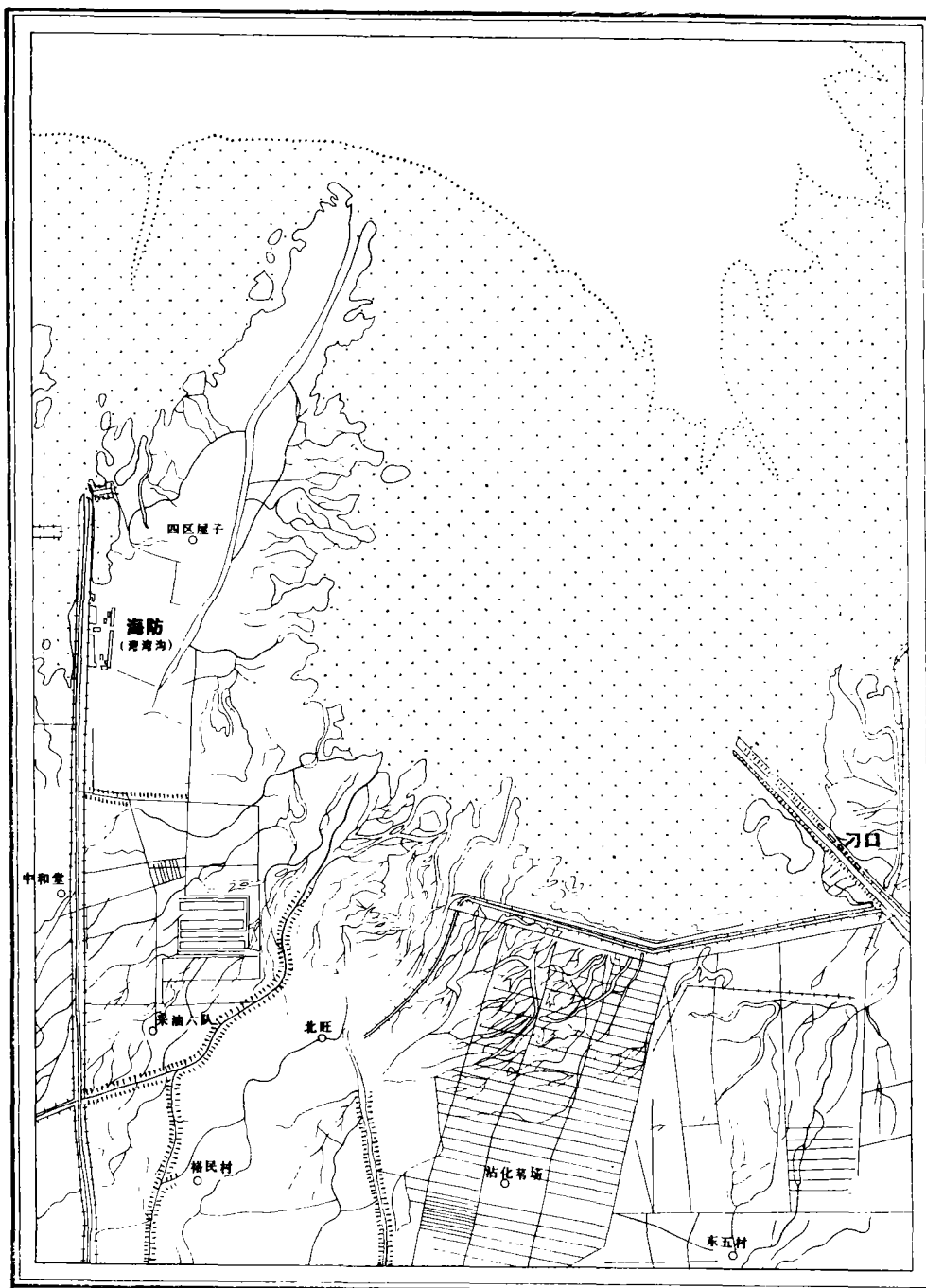


图 3 黄河三角洲部分地区河流、渠道分布图(局部)

Fig. 3 The distribution map of irrigation canal in parts of the Yellow river delta

(3) 专题要素内容的分类,一般地讲“首先要尊重图像的可解性,其次要尽量顾及专题内容传统分类的系统性,”但也允许某些分类与传统分类系统不一致;

(4) 专题要素内容的分级应尽量挖掘图像的潜在信息,充分发挥图像的作用;

(5) 解译的顺序为“由已知到未知”,“由易到难”,“由一般到特殊”,循序渐进。

(6) 直接解译要坚持“解译目标与所处的地理环境特征相一致”的原则,不能仅靠图像标志武断地确定;

(7) 间接解译要充分运用地学规律进行成因分析、相关分析、对比分析等,至少要有三个以上证据才能确定目标的性质;

(8) 不同专题图件之间要“相互磋商尊重客观”,既不允许同一空间出现两种以上互相矛盾的专题目标,也不允许出现没有任何专题内容的空白区;

(9) 精度要“全图均一”,不允许对同一图幅的不同部位采取两种不同的精度标准;

(10) 图件说明书要准确(这是第一位的)、明白、简要。

2. 系列制图的工作标准

(1) 凡大于 10 毫米的线状目标或大于 10 平方毫米的面状目标均应显示,不得漏判、漏绘;

(2) 专题内容的定位精度要求是,经计算机粗校正的图像,其地物定位均方差不大于 1.5 毫米;经分区光学精校正的制图基础图像,其地物定位均方差不大于 1.0 毫米;直接解译的线状目标,解译图相对于基础底图影像的误差,在图像清晰的情况下要求不大于 0.2 毫米,在图像不太清晰的区域不大于 0.4 毫米,在图像模糊的区域不大于 0.6 毫米;间接解译的线状目标,其解译图相对于基础底图影像的误差分别不大于 0.5、1.0、1.5 毫米;直接解译的面状目标,其边界误差要求分别为不大于 0.5、1.0、2.0 毫米;对于间接解译的面状目标,其边界误差要求分别为不大于 1.0、2.0、3.0 毫米;

(3) 表示方法合理,专题内容突出,符号明显,层次分明。

四、潮间带及低潮线的推求

黄河三角洲的海岸属宽平的泥质海岸,很小的潮差都会引起潮间带宽度的很大变化,这对滩涂范围的确定影响极大。该区验潮站不仅数量少,观测资料不连续,而且各站现有资料所采用的海水基面也不一致,这是本区一直没有能准确地确定潮间带的位置和滩涂面积的主要原因。这次我们充分利用遥感图像现势性好的特点及各站以往的观测资料,较准确地划出了本区潮间带的位置。

根据遥感图像的影像特征,确定潮间带上限(多年平均高潮线)的位置是容易的。因为潮水浸没区的地形、植被等因素与不经常受潮水浸没的地区有较大的差异,其界线均暴露在遥感图像水边线以上,这是比较明显的。但其下限(多年平均低潮线)一般被海水浸没,在遥感图像上不能直接显示,再加上潮汐受海岸地形、海风、气象条件的影响,沿海各处的最低潮并不是同时出现,所以根本不可能取得一幅水边线刚好反映全区潮间带下限的遥感图像。因此,推求低潮线的位置是确定潮间带范围的关键。我们的做法是:

1. 调查本区的潮汐性质

黄河三角洲沿岸的潮汐属半日潮类型,无潮点位于神仙沟沟口附近,其潮差最小,从无潮点向东南、西两个方向潮差递增。由于受渤海湾沿岸海风的影响,造成了本区的潮时由西向东顺次推延,当无潮点以西处于高潮时而无潮点东南沿岸则处于低潮,反之亦然。这是黄河三角洲沿岸潮汐状况的一般规律。

2. 统一订正沿岸各验潮站的观测资料

本区少数验潮站仅有的一些不连续观测资料,所采用的海水基面也是不同的,有的用黄海基面,有的用大沽基面,有的用假定基面等等。为便于比较分析各站潮水水位,我们将这次所用的资料都一律以黄海基面为准进行了订正。

3. 绘制各验潮站的潮位过程曲线

根据实测资料,绘出遥感图像成像当日各测站的潮位过程曲线是容易的。但是由于黄河三角洲地区内各站均没有连续的观测资料,遥感图像当日的实测资料无从查找,因此,只能用计算机处理各站的非连续资料,求得潮汐调合常数,并据此做出各站成像当日逐时的潮位预报,然后再根据预报值绘出各测站的潮位过程曲线。又由于黄河三角洲验潮站数量太少,我们又用潮汐分带法加密。所谓潮汐分带法,是根据相邻两个测站的数据资料,用内插法推求两站中间各点的潮汐水位,以弥补测站数量太少的不足。这次我们按平均每 5 公里取一断面的密度共做出了 15 个断面的潮位过程曲线。

4. 求遥感图像成像瞬时的潮位高程

根据遥感图像资料所提供的成像时间,在 15 个断面的潮位过程曲线上,用图解法求出各断面线与水边线交点在成像瞬时的潮水水位高程,连接各点,绘出黄河三角洲沿岸成像瞬时的潮位高程分布曲线,这条曲线实际上是图像水边线的高程图解线。

5. 求断面的地形坡度

将两幅以上不同时相的遥感图像(一幅为国土卫星图像,另一幅为相同区域的国土卫星图像或美国陆地卫星图像即可,本试验用的是 1981 年的美国陆地卫星图像),缩放至同等比例尺,均按上述方法求出各断面两个成像瞬时的潮水水位高程(H_1 和 H_2),再在图像上量测两幅图像上水边线的平距(L),可根据公式求断面线的地形坡度(i):

$$i = \frac{H_1 - H_2}{L} \times 100\%$$

由于是两幅不同时相的遥感图像,离散性较大,因此求出的地形坡度,精度不太高,但在缺少实测地形资料的黄河三角洲地区仍是可行的。

6. 求推低潮线

由于遥感图像上各断面与水边线各点的潮位高程(H)已求出,各断面的地形坡度(i)也已求出,各断面线的最低潮位高程(h)也可在预报资料中求出,所以即能推求出各断面线上的低潮水位点:

$$L = \frac{H - h}{i}$$

式中 L 为按遥感图像水边线沿断面线外推的距离。连接 15 个断面线上的低潮点,即得出黄河三角洲沿岸的低潮线。

表 1 野外验证结果统计表
Table 1 Statistical table of testing and Verifying on the spot

内 容	定 性				定 位				定 量					
	抽样	一致	不一致	一致率 (%)	抽样	最大误差 (m)	最小误差 (m)	平均误差 (m)	均方差 (m)	抽样	最大误差 (%)	最小误差 (%)	平均误差 (%)	平均精度 (%)
河流渠道图	河流	41	33	8	80.48									
	渠道	50	46	4	92									
	堤坎	40	37	3	92.5									
	池、库	24	19	5	79									
	合计	155	135	20	87	22	150	0	65.5	79.14	4	7	5	5.5
道路网图	公路、路堤	64	56	8	87.5									
	大车路	160	149	11	93									
	小路	6	5	1	83									
	合计	230	210	20	91.3									
	村庄及油田单位驻地	71	67	4	94.8									
居民点图	独立房屋	78	59	19	75.6									
	合计	10	126	23	84.6	9	160	0	60.0	79.44				
	井	78	67	11	85.8									
	站	23	19	4	82.6									
	库	2	2	0	100									
油田井站图	成片油区	4	4	0	100									
	合计	107	92	15	86									

		5	5	0	100	2	20	15	17.5	17.7	1	7.0	70	8393	
耕地	水稻田														
	盐田图	水浇地	7	5	2	71.4	1	20		20	20	2	31.9	6.0	19
		利用较充分的旱地	23	21	2	91.3	2	250	10	72.9	96.0	2	1.4	1.3	1.35
	草地分布图	零星利用的荒地	26	22	4	84.6	18	350	0	72.78	112.95				
		盐田	3	3	0	100	2	30	20	25	25.5	2	23.0	16.4	19.7
		合计	64	56	8	87.5	35	350	0	65.41	99.0	7	23.0	1.3	16.5
	故河道图	密草地(a ₁)	10	7	3	70	3	200	30	116.7	135.8				
		疏草地(a ₂)	10	5	5	50	1	100		100	100				
		斑嵌密草光板地	4	2	2	50	1	20		20	20				
		斑嵌疏草板地	24	19	5	79.2	6	290	20	81.7	125.1				
合计		48	33	15	68.8	11	290	20	89	120.5					
故河道(及滩)		39	32	7	82						1				
海岸滩涂形态图	古海岸线	2	1	1	50										
	合计	41	33	8	80.5							1			
	海岸线	11	11		100										
	海滩(片)	9	9		100										
	潮水沟	5	5		100										
	潮沟低地	1	1		100										
	滩	3	3		100										
	滩坎	1	1		100										
	贝壳堤	11	10	1	90.9										
	合计	41	40	1	97.56	41									
图组总计		835	725	110	86.8	118			68.18	95.12			4.61	95.39	

(相对单位一致的 40 个)

五、成果图件的实地验证

成果图件的实地验证是评价遥感应用成果质量的重要手段。验证组由山东省计划委员会国土处、山东省东营市、中国空间技术研究院、山东师范大学地理系四个单位九位同志组成。采用随机抽样—实地检查—统计分析—客观评价的方法进行。全部验证路线 583 公里,抽样共 1011 个,结果见表 1。从统计结果可以看出,成果图件的定性一致率、定位、定量精度都在 90% 左右,其质量是高的,符合编图标准,可以满足省、地、市(县)三级编制 1:10 万图件的要求。

六、成果图件在黄河三角洲建设、开发中的意义和作用

(1) 利用中国卫星图像编制 1:10 万《黄河三角洲部分地区国土调查系列图》时间短、资料新、精度高、经费少,在难以进行常规调查的黄河三角洲地区发挥了独特的作用,为今后黄河三角洲的综合考察和监测提供了有益的经验,开拓了一个新的信息源。

(2) 《海岸滩涂形态图》中可判读出海岸线,潮位线,入海河流、潮水沟,滩坨、贝壳堤、泥坎,潮沟低地等八种要素,第一次较准确地量算了长期不能确定的滩涂范围、海岸线长度、滩上潮沟密度及潮沟低地的位置及面积。为开发渤海湾的石油资源、建港选址,研究海岸进退和发展渤海湾滩涂水产养殖业提供了重要资料。

(3) 《故河道分布图》对 7 条明显的故河道进行了较准确地定位,绘出了黄河尾间历次泛滥、摆荡、决口和漫流的行水路线,考证了历史上的决口地点,确定了 1855 年前的古海岸线位置,这对开发黄河三角洲的淡水资源和研究黄河尾间的摆荡规律有重要意义。

(4) 《河流渠道分布图》绘出了自然河流、人工渠道、水库池塘、岸垄、堤坝等要素,能较准确地量算出本地区的河渠长度和河网密度,为本地区的引水工程,水利设施的改建,盐碱地的改良提供了大量的参考资料。

(5) 《草地分布图》按草被的疏密程度划分了四级,可量出草地面积,推求出载畜量。是研究本地区生态环境变化和发展畜牧业的十分重要的基础资料。

(6) 《耕地、盐田分布图》、《道路网分布图》、《居民点分布图》和《油田井站分布图》详细地标绘出了黄河三角洲的社会人文要素,显示了人类社会经济活动的现状,大大地改变了黄河三角洲地面调查落后于地下调查的状况,对于制订开发利用黄河三角洲的综合规划、保护黄河三角洲地区的生态环境、研究黄河改道的路线等具有重要意义。

Using China's Satellite Photograph to Make Series Image Maps of 1:100000 of Parts of Yellow River Delta

Zhang Linquan Xu Xuegong Wu Quanyuan Chen Daoping

(Department of Geography, Shandong Teachers' University)

Abstract

In this paper, we based on the first practice of using China's satellite photograph, expound the aim and significance of using the satellite photographs to search for natural resources in parts of Yellow River Delta, the selection of the experimental area, properties of the images and the whole process of the experiment. It is the first time to use China's satellite photographs in the construction of the national economy and to compile thematic maps, so it is very important to put forward in this paper the method of image treatment, the principles and procedure of cartography interpretation, as well as the synthetical appraisal of the whole experiment.