

遙感圖像信息處理

許殿元 丁樹柏 編著



宇航出版社



137
120

遥感图象信息处理

许殿元 丁树柏 著

宇航出版社

内 容 简 介

本书内容共有 14 章,系统地讲述了遥感图象数字处理的基本理论、方法和技术,并结合实践介绍了 101 图象信息处理系统,上机操作和过程,多幅镶嵌技术,以及图象处理功能的综合运用等等。全书理论联系实际、深入浅出,具有方法性、实用性等特点。书后附有若干附录。本书既可以作为学习这一领域的入门书,也可以作为遥感图象信息处理的实用参考手册。

本书可供宇航、地质、石油、环境、地理、测绘、农林、气象、渔牧、海洋、水利、铁道、交通等部门从事遥感技术应用和遥感图象信息处理的科研人员、工程技术人员,以及大专院校有关专业师生参考。

遥 感 图 象 信 息 处 理

许殿元 丁树柏 著

特约编辑:赵希斌

★

宇航出版社出版

宇航出版社激光照排室排版

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经销

河北地质六队美术胶印厂印刷

★

开本:787×1092 1/16 印张:18.5 字数:436 千字

1990 年 12 月第 1 版第 1 次印刷 印数:1-2000 册

ISBN 7-80034-377-4/TN·030 定价:11.00 元

前 言

我国遥感技术的发展及其应用,大大促进了遥感图象信息处理技术工作的开展。目前,国内作为数字图象处理的专用计算机系统已经非常之多,而从事这一新技术领域工作的人员也日渐壮大,他们都迫切希望能够尽快掌握这一领域的基本理论,并能实际运用和上机操作,特别是对那些刚刚踏入这一领域的初学者来说,更加需要有一本实用性强的入门书。但是,目前与此情况相适应的出版物很少,虽已见几本翻译的图象数字处理的图书,但都是阐述一些理论问题,而缺乏实际处理和上机操作内容,至于结合遥感内容的信息处理方面的书籍就更少了。

1982年,作者为石油部石油勘探开发研究院遥感地质所讲授遥感图象信息的计算机处理课程,当时,为此准备了近二十万字的讲稿,同时又补充了关于101系统的实际技术和开发应用。在此基础上经过几年实践的验证,不断地充实、修改、完善,最后完成了本书。

本书的出版,可以解决一些燃眉之急,对于那些渴望学习和急于获得遥感图象信息处理技能的读者,可能有些帮助。

本书内容共有14章,系统地讲述遥感图象数字处理的基本原理和技术方法,其中后面几章结合实践介绍了101数字图象处理系统、镶嵌技术、叠合处理以及上机操作等。全书深入浅出,理论联系实际,具有方法性实用性等特点,特别易于初学。

本书对于宇航、空间、地质、石油、地理、环境、测绘、农林、气象、渔牧、海洋、水利、铁道、交通等部门中从事遥感技术应用以及数字图象信息处理的科研人员、工程技术人员和大专院校有关专业师生等,都是很有应用价值和参考意义的。

本书的出版只是抛砖引玉,随着科学技术的发展和进步,我们相信,遥感图象信息的计算机处理这一领域,今后将会出现更新更丰富的成果。

由于作者水平所限,书中缺点错误在所难免,因此,殷切希望读者能够给予批评指正。

目 录

第一章 遥感图象及其数字处理概述

- 1.1 卫星遥感系统和遥感图象 (1)
- 1.2 卫星运行轨道 (3)
- 1.3 卫星象片的一些特性 (4)
- 1.4 卫星遥感图象数字磁带 (6)
- 1.5 图象的数字方法和模型 (12)
- 1.6 图象的灰度 (14)
- 1.7 图象处理系统和处理内容 (16)

第二章 遥感图象恢复处理

- 2.1 遥感图象恢复的意义 (20)
- 2.2 辐射校正 (21)
- 2.3 大气校正 (23)
- 2.4 去条带 (25)
- 2.5 几何纠正 (26)
- 2.6 图象放大 (30)

第三章 彩色原理与图象的彩色增强

- 3.1 三基色原理 (32)
- 3.2 配色实验和色度图 (35)
- 3.3 101 系统的彩色功能程序 (37)
- 3.4 假彩色密度分割 (40)
- 3.5 彩色增强 (42)
- 3.6 假彩色合成 (43)
- 3.7 多波段图象的彩色变换 (43)
- 3.8 滤波法假彩色增强 (44)

第四章 空间域图象增强处理(单点处理)

- 4.1 图象直方图 (46)
- 4.2 灰度线性拉伸 (48)
- 4.3 分段线性拉伸 (51)
- 4.4 非线性拉伸变换 (52)
- 4.5 直方图均衡化 (55)
- 4.6 直方图匹配 (61)
- 4.7 代数运算 (65)
- 4.8 逻辑运算 (66)

第五章 空间域图象增强处理(邻域处理)

- 5.1 梯度法处理 (68)

- 5.2 拉普拉斯算法 (73)
- 5.3 图象卷积处理 (75)
- 5.4 平滑滤波 (78)
- 5.5 定向滤波 (81)
- 5.6 中位数滤波 (82)
- 5.7 局部统计自适应滤波 (87)

第六章 变换域图象增强处理

- 6.1 一般的变换公式 (90)
- 6.2 离散傅里叶变换 (94)
- 6.3 滤波器 (98)
- 6.4 沃尔什变换 (104)
- 6.5 哈达马变换 (107)
- 6.6 斜变换 (110)

第七章 KL 变换

- 7.1 基本原理 (114)
- 7.2 变换矩阵的导出 (115)
- 7.3 KL 变换 (116)
- 7.4 算法过程 (118)

第八章 非监督分类

- 8.1 平行六面体分类 (121)
- 8.2 等级分类 (124)
- 8.3 动态聚类分类 (131)

第九章 监督分类

- 9.1 最小距离监督分类 (141)
- 9.2 广义距离判决分类 (144)
- 9.3 线性判别分析 (149)
- 9.4 正态分布的概率密度函数 (157)
- 9.5 最大似然比分类——两类判决 (159)
- 9.6 最大似然比分类——多类判决 (163)

第十章 图象识别

- 10.1 点相关的分割技术 (168)
- 10.2 区域相关的分割技术 (176)
- 10.3 图象的特征 (178)
- 10.4 区域描绘 (182)

第十一章 101 图象处理系统

11.1	系统概况	(190)
11.2	系统硬件设备	(191)
11.3	信息的联系和传输关系	(196)
11.4	101 系统基本软件简介	(197)
11.5	图象处理操作系统	(199)
11.6	MPE 的用户管理及其进入 IPOS 子系统	(200)
11.7	组织制定上机方案	(201)
11.8	上机操作命令简介	(203)
11.9	上机作业步骤	(206)
第十二章 遥感图象数字镶嵌技术		
12.1	准备工作	(211)
12.2	预处理工作	(211)
12.3	色调调整	(212)
12.4	几何对准	(216)
12.5	数字镶嵌	(224)
第十三章 图象处理功能的综合运用		
13.1	遥感图象行政边界的套合提取 ...	(226)
13.2	遥感图象的二次增强处理	(227)
13.3	波段维上的增强技术	(230)
13.4	比值增强处理技术	(233)
13.5	线性特征的增强技术	(235)
13.6	多种图象信息的综合处理技术 ...	(238)

第十四章 图象处理的其它方法

14.1	多波段遥感图象两组地学信息的 数字化判别方法	(245)
14.2	多波段遥感图象多组地学信息的 数字化判别方法	(249)
14.3	图论的分类方法	(252)
附录		(257)
1	101 图象处理系统上机常用 命令表	(257)
2	101 图象处理系统常用图象数据 记录格式	(260)
3	关于卫星象片的符号和注记	(263)
4	0—127 的二进制、八进制、十进制、 十六进制变换表	(266)
5	1975 年 11 月美宇航局发表的关于 ID 的记录格式	(269)
6	1977 年 7 月美宇航局发表的关于 AN 的记录格式	(271)
7	通用计算机图象处理程序	(274)
8	101 系统常见错误信息	(286)
9	101 系统文件类型	(288)
参考文献		(289)

第一章 遥感图象及其 数字处理概述

1.1 卫星遥感系统和遥感图象

陆地卫星 1 号原来有两种传感器,一种是由三个返束光导摄像管系统组成的摄影机,即 RBV 系统,它在发射上天获得少量的信息之后,不久就产生故障而失灵。另一种就是多波段扫描系统,它们都装在卫星的底部。多波段扫描镜以 11.56° 扫描角摆动(见图 1-1),并在 918 km 的高空中垂直于运行轨道,扫描出一条 185 km 长的条带。扫描镜自西向东扫描时,控制开关自动打开进行地面景物的扫描记录。而反向摆动时,开关自动关闭,此时不接收地面辐射信息,而系统内部自行记录辐射校正用的标准参数。扫描镜正程扫描一次产生六条扫描线,每条扫描线的长度对应于地面长 185 km、宽 79 m,因而一次镜面扫描地面的宽度为 $79 \times 6 = 474$ m。产生每条扫描线的检测器,其瞬时视场在 918 km 高度上产生 $79 \times 79 \text{ m}^2$ 的地面分辨单元,即决定了多波段扫描系统的空间分辨率。由于卫星向南运行速度与扫描镜的东向扫描速度的恰当配合,使下次扫描时第一条扫描线正好与上一次扫描的第六条扫描线相衔接。卫星向南运行过程中扫描镜扫描 390 次产生了 2340 条扫描线,便构成对应一个索引号的卫星遥感数字图象的象幅。一幅遥感数字图象覆盖地面面积为 $185 \times 185 \text{ km}^2$,共 4 个波段,每个波段均为 2340 扫描行,每行 3240 个扫描采样点,一个波段的数字图象要有 $2340 \times 3240 \approx 750$ 万个象元点组成,各波段数字图象的同名点象元在图象上的坐标位置,彼此之间是对应的,四个波段图象总共约有 3000 万个象元点,每一象元点具有一个数字,代表图象位于该点的信息,由此可见遥感图象信息之大实在可观,图象象元

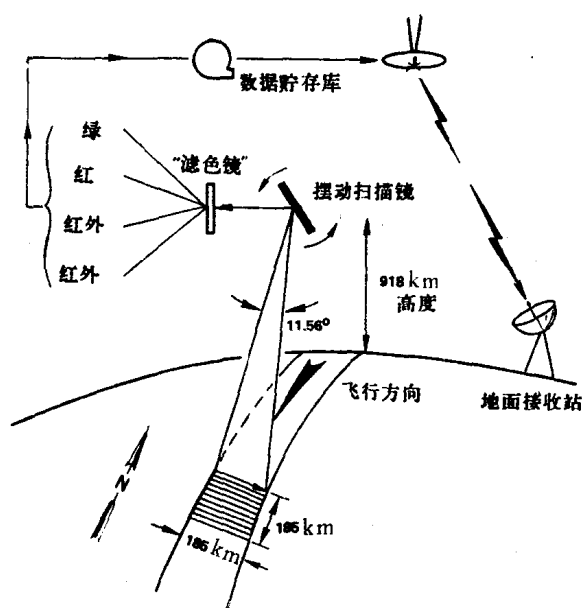


图 1-1 陆地卫星的多波段扫描系统

上具有的信息数字,我们称为灰级数字,它的动态变化为 128 个灰级,最小为 0 级代表黑色,最大为 127 级代表白色。每个象元代表地面 $57 \times 79 \text{ m}^2$ 的面积(见图 1-2),对此象元面积范围内的光谱辐射亮度值采用各类地物的平均值作为这一象元的采样值,象元与整个象幅的关系可见图 1-2。遥感图象的 x 方向是卫星的飞行方向,而 y 方向是传感系统的扫描器的扫描方向,卫星在高空飞行遥感成象,数字图象象幅各象元之间的关系已如上述,而遥感图象信息数据按照数字图象阵列格式记录于高密度磁带,以后经处理为 CCT 数据磁带,即计算机兼容磁带,提供

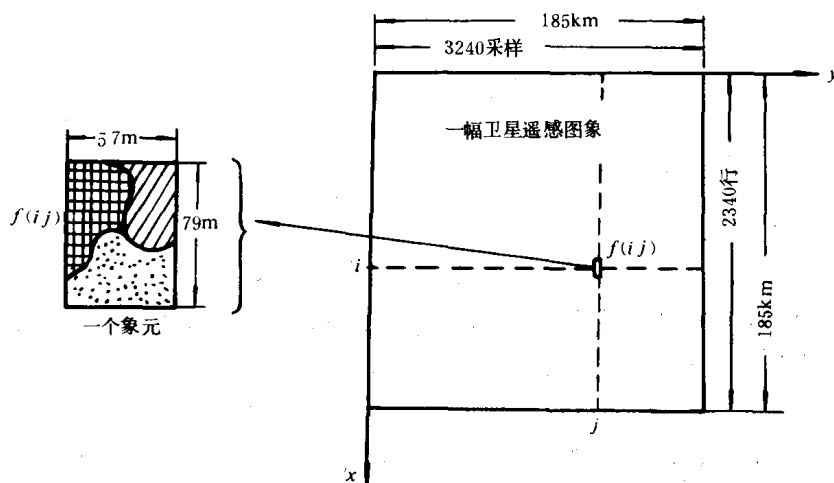


图 1-2 卫星遥感图象和象元说明

用户上机作数字图象处理之用。四个波段是这样形成的。从扫描镜引入的地面景物光谱信息,经聚光滤色光学系统后,分成 MSS4、MSS5、MSS6 和 MSS7 四个波段,它们的波长、颜色和标准投影的假彩色均见表 1-1。

表 1-1 卫星扫描系统各波段的波长

MSS 波段	波长(μm)	颜色	标准假彩色
4	0.5—0.6	绿	兰
5	0.6—0.7	红	绿
6	0.7—0.8	摄影红外	红
7	0.8—1.1	摄影红外	红

而多光谱波段 1、2、3 是用来表示 RBV 遥感图象的,另外由于蓝色光受大气散射影响会产生减弱,所以滤色后并未考虑蓝光图象。

4 个波段信息,都对应有 6 根光学纤维导管,用于接收 6 条扫描线的信息,这样即有 24 个光电元件组成的检波器系统在为记录地面遥感图象信息而工作。然后将信息记录于高密度磁带中,多波段扫描系统的输出信号是以数字形式记录的,并用 2229.5 MHz 的频率发送到地面接收站,发送并不是连续进行的,只有当卫星运行到了地面接收站的接收范围之内才发送记录信息,当卫星远离地面接收站后,则把遥感信息暂时存于卫星的磁带数据库中,待下一次飞越

地面接收站上空时再发送。

1.2 卫星运行轨道

卫星运行轨道有三种类型：A、地球同步轨道；B、两极轨道；C、倾斜轨道。而陆地卫星则是以与两极轨道面成 9° 夹角的近极平面太阳同步轨道上运行。陆地卫星每天绕地球飞行14周，白天从北往南飞行，夜晚则从南往北飞行，卫星环绕地球飞行一周所需的时间是103.3 min。卫星每次由北向南飞行经过赤道时，都是在完全相同的地方时间，上午9时30分通过赤道，这就是与太阳同步了。所以设计在这个时间，主要是让卫星传感器扫描时能够获得中低等的太阳高度角，这时，在卫星下面的地面上，阴影能够比较清楚的显示出地形特征。

在赤道上同一天内相邻的两条轨道之间的距离是2870 km，但卫星上传感器的扫描宽度只有185 km，这说明同一天内相邻两条轨道之间还有很大的地面范围没有被覆盖到，第二天卫星运行的14条轨道，由于地球的自转，将在第一天的14条轨道偏西一些地方覆盖，第3天的卫星运行轨道又比第2天运行轨道偏西运行覆盖，这样，第4天、第5天……直到第18天的卫星第14次运行结束的时候，则整个地球被卫星扫描覆盖一次，所以说陆地卫星18天一个周期覆盖地球一次。图1-3即显示了陆地卫星一天内由北往南的白天覆盖轨道（每天向西偏移160 km，这样每18天，路线便重复一次）。

第19天，卫星又将开始一个新的18天飞行覆盖地球的周期。这时第19天的第一条轨道便和第一天的第一条轨道重合在一起，以后的轨道也将依次重迭在一起。这样，地球表面的每一角落，每隔18天就会被覆盖一遍。

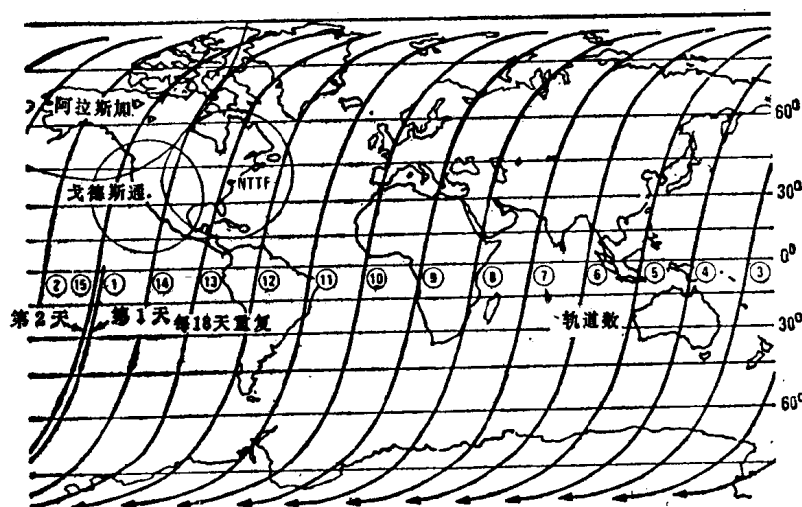


图1-3 陆地卫星运行覆盖轨迹图

靠近极地的地方，由于卫星运行轨道之间距离较近，那里重迭较多，覆盖频繁，地面两轨迹线上的毗连象幅可达70%的旁向重迭，纬度 40° 处则有34%的旁向重迭。在赤道还是有旁向重迭的，因为同一天内相邻两条轨道之间的距离为2870 km，其间要被17条卫星轨道的地面扫

描轨迹线所覆盖,而每两条轨迹线之间的平均宽度约为 160 km,传感器扫描带的宽度是 185 km 所以在赤道地区相邻两轨迹线的图象仍有 16%的旁向重迭。

一天内卫星绕地球 14 周,18 天覆盖地球一次,因此,卫星共用 $14 \times 18 = 252$ 条环绕地球运行的轨迹线来覆盖地球一次。通过图 1-4 可以说明这些轨迹线之间的隶属关系,图中上方的数字表明轨迹线数,图中下方的分数 m/n ,分母为第 n 天,分子为第 m 条轨迹线,从中可以看出 18 天周期每天第一条轨道的地面轨迹线覆盖情况,进而可以理解 252 条轨道的地面轨迹线覆盖整个地球的情况。

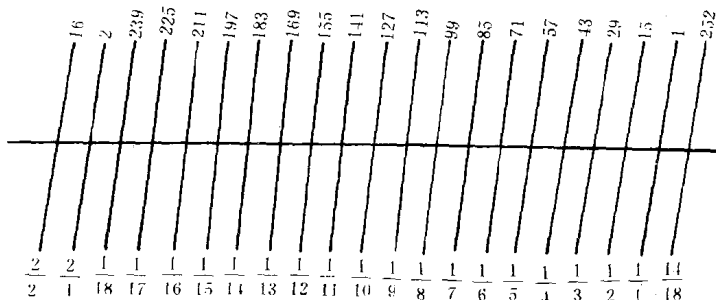


图 1-4 18 天周期内每天第一条轨道的地面轨迹线

根据以上情况,可见卫星扫描系统,在卫星环绕地球飞行的各条轨道上,由北往南连续不断的进行着扫描成象,为了方便用户充分使用这些资料和便于检索,美国埃罗斯资料中心编制了陆地卫星遥感图象索引图,纵行为轨道号,横列为行号。由索引图查出一幅图象图的轨道号和行号,便可以检索出该幅图象。

1.3 卫星象片的一些特性

卫星象片的投影性质属于多中心投影,但由于卫星的航高比较大,它在 900 km 以上的高空对地面成象,传感器的视场角只有 11.56° ,所以象幅的面积并不大,因此可以把 MSS 象片当作垂直投影看待,尽管象片自中心到边缘各部位的比例尺不同,但可以看作是近似相同,其实边缘部位的影象变形并不大,可以和地形图套图使用。卫星图象的典型图幅比例尺为 $1:1000000$ 和 $1:500000$,用到 $1:250000$ 的图幅也很满意,也有用到更大比例尺的卫星象片图幅,但这种情况下的效果就不能一概而论了。

卫星象片具有纵向重叠和旁向重叠,MSS 象片的纵向重叠是在数据处理中心进行分幅处理时就预先设计好了的,它是一个常数,影象重叠约占卫星图象总面积的 20%,即卫星上下都重叠 18.5km。卫星象片的旁向重叠决定于不同纬度上的运行轨道。由于卫星运行轨道面与地轴构成 9° 的夹角,所以越是高纬地区,则图象的旁向重叠的比例越大。赤道地区旁向重叠最小,在赤道附近,经过一天,则卫星轨道在地面的投影向西移动 1.43° (指经度),即 159km 的距离,而象幅的宽度为 185km,这样就造成 26km 的旁向重叠,重叠面积约占整个卫星图象面积的 14%。

不同纬度卫星图象旁向重叠所占的百分比请见表 1-2。

表 1-2 卫星象片不同纬度的旁向重叠面积百分比变化表

纬 度	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
旁向重叠面积 占总面积的百 分比(%)	14.0	15.4	19.1	25.6	34.1	44.8	57.0	70.0	85.0	100

由于卫星图象具有旁向重叠的特性,因此为有限的立体观察提供了可能性。

图象分辨率有两种,一种指地面分辨率,另一种指影象分辨率。影象分辨率是指在象片或底片上 1mm 中可观察到的线条数目,影象分辨率的大小决定于摄影透镜的分辨率、感光材料质量以及运载工具运动引起的影象模糊等因素。地面分辨率是指在离开地面一定距离的高空中应用遥感仪器和设备所能观察到的地面上的地物大小。我们一般所指的卫星象片分辨率,多从应用角度出发,运用实际反映地面物体大小的地面分辨率,而不是指影象分辨率。但从图象处理角度来对待问题,有时两个分辨率的概念都会用到。

在卫星象片象幅边框的下面,有一个划分为 15 个等级的灰阶标尺,有时也叫做灰标,它是划分地物光谱特征的尺度。第 15 级相当于象片的零辐射能级,在正片上表现为黑色。标尺的第 1 级灰阶,相当于象片中各波段曝光最强的辐射强度,在正片上为白色。灰阶各等级之间的差值,正好相当于最大辐射强度的 $1/14$,每一级分别代表一定的辐射亮度。

由于 MSS 象片,反映不同的地物光谱特性,所以不同波段象片的光谱效应和成象能力也不一样。MSS4 的波长为 $0.5-0.6\mu\text{m}$,属可见光中的蓝绿光波段,对水体具有一定的穿透能力,能看到浅水水底地形,透视深度可在 5-25m 之间,对清澈的水体可以更深一些。对泥沙流,水污染的分布有较明显的反映,对植被分布地貌类型地层岩性和第四纪沉积物的性质均有一定的效果。MSS5 的波长为 $0.6-0.7\mu\text{m}$,属可见光中的黄红光波段,对水体也可透视一定的深度,对海洋泥沙流、大河混浊度和水中悬移质都有明显的反映。对沙漠冰川地质构造及河流地貌也有很好的效果。5 波段图象上,地质体的色调、色调差异较为明显,土壤类型划分较好,它是研究植被最重要的波段。MSS6 的波长为 $0.7-0.8\mu\text{m}$,属可见光中的红光与近红外波段,对湿地、干地的区分以及植被土壤的湿度反映明显,对于通过水分植被来反映岩性地层和平原区的隐伏构造具有很好的效果。MSS7 的波长为 $0.8-1.1\mu\text{m}$,属于近红外波段,和 MSS6 的特性相近,但更具有红外性质。由于水体对红外具有很强的吸收能力,所以在 MSS7 象片上水体表示为深黑色,比在 MSS6 上更重。7 波段对水陆分界线非常清楚,可以用来研究海岸带。其对植被的生长情况也有良好的反映,健康的植被具有大的反射率,表现为明亮的浅色调,有病的植被反射率小,具有较深的色调。在这一波段上,充水断层和富水地层的色调较深。

不同的季节各波段图象的反映也是不同的。造成这种差异的原因大概为下面几方面的因素。

① 植被的影响:植被夏季茂盛,冬季落叶枯枝,春秋介于两者之间为过渡型。地物的光谱干扰也以夏季严重,冬季较好(当然研究植被例外),光谱干扰的实质是由植被的有无或多少和叶绿素、叶黄素等对不同波段光谱的吸收反射不同程度所造成的。

②水的影响:降水季节,地面水量多,土壤滋润含水多,湿度大,图象色调深.反之,干旱季节水少,图象色调浅。

③太阳高度角的影响:冬季太阳高度角小,夏季太阳高度角大。高度角小反映形态特征有利,高度角大反映图象色调较好。

所以,不同季节成象的卫星遥感图象,其光谱特性是不同的,为了选取合适的遥感资料进行研究工作,必须考虑这点,例如研究地质、地貌等问题,以选冬季成象的遥感图象为好。研究农业和植被则以夏季、秋季成象卫星图象较好。

最后,简单归纳一下卫星遥感图象的优点:

①可以方便的取得沼泽、沙漠、雪山、高原、河口等人迹罕到地区的卫星遥感图象。

②覆盖全世界各地的卫星遥感图象都编有索引并提供商品资料,使用方便。

③卫星遥感图象 18 天一个复盖周期,可以提供不同时间,不同季节,不同年份的资料,具有进行监测和研究动态变化的独特优点。

④卫星遥感图象具有多波段,有利于地物识别和分类,可用假彩色合成。

⑤卫星遥感图象为数字图象,可以用图象处理系统或计算机进行数字处理。

⑥可以得到有限的立体覆盖,中高纬地区可以进行立体观测研究。

⑦卫星遥感图象由于在高空拍摄,可以近似认为是垂直摄影,可忽略图象畸变,可用于各种专题制图。

⑧每一幅卫星遥感图象覆盖面积 $185 \times 185 \text{ km}^2$,覆盖面积大,研究成本低。

1.4 卫星遥感图象数字磁带

1.4.1 卫星遥感图象数字磁带的生产过程

卫星遥感图象数字磁带,也即 CCT 磁带,它是遥感图象数字处理所需的原始资料,可以根据各种专业的需要,进行不同模式的数字处理,处理之后,可以得到不同信息内容的图象。与光学图象对比,则具有使用灵活、处理方便、信息精确和保真可靠等优点。

陆地卫星把遥感图象数据发送到地面接收站,由地面接收站的数据处理系统把视频数据进行预处理,先记入高密度磁带(HDDT),然后再经过第二次处理,便可以将卫星遥感图象信息以胶片象纸或数字磁带的形式记录保存下来,其生产流程可见图 1-5。

数据处理系统的主要任务有以下几项:①把高密度磁带转换成计算机兼容的 CCT₁ 磁带,这种磁带的记录密度有多种,其中有 800 BPI(即每英寸 800 个 Bit)、1600 BPI、6200 BPI。②对图象数据进行校正处理,其中包括辐射校正、几何校正等。③对图象数据和磁带记录进行质量检查,标定磁带记录的质量指数,其中包括云层覆盖程度等,将影象质量分成 10 个等级,即由 0 到 9 级,0 级表示图象质量最差,5 级表示质量好,9 级表示质量最好,一般磁带质量指数多在 5-8 的范围以内。

一幅卫星遥感图象覆盖地面约 $185 \times 185 \text{ km}^2$ 的面积范围,每个波段的象元点数较为典型的是 $3240 \times 2340 \approx 7.5 \times 10^6$ 个象元点,4 个波段则大约共有 3×10^7 个象元点。每个象元点可

能出现的灰度值在 0—127 范围之内,即共有 128 级。由于卫星遥感图象信息数据在计算机内运算、贮存或记录在 CCT 磁带上都是以二进制数码形式标记的,所以图象灰度值的范围相当于 7 位二进制数,即 $128=2^7$ 。

数据处理系统第二次加工处理后的产品,有卫星遥感图象的软片(包括正片和负片)和象纸,它们有多种规格,常见的几种可以参见表 1-3。第二种产品就是 CCT 磁带,这种磁带也有两种,一种是经校正处理的 CCT 磁带,而另一种是未经校正处理的,两种都可以向用户提供服务使用。

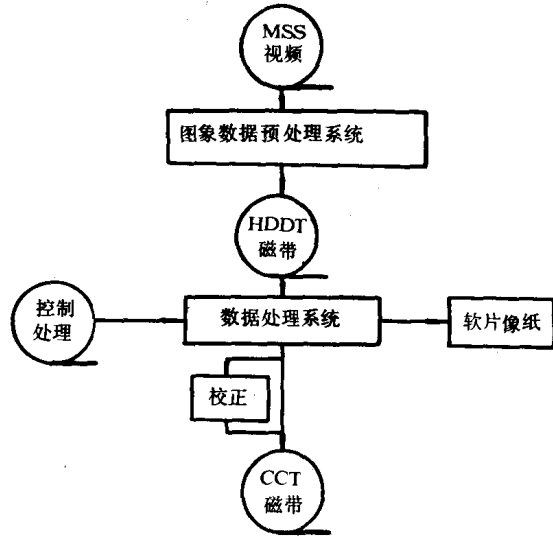


图 1-5 CCT 磁带生产流程图

表 1-3 卫星遥感图象软片象纸规格表

	图 象 尺 寸	比例尺	图象介质
黑白 图 象	5.6cm(2.2in)	1 : 3369000	正胶片
	5.6cm(2.2in)	1 : 3369000	负胶片
	18.5cm(7.3in)	1 : 1000000	正胶片
	18.5cm(7.3in)	1 : 1000000	负胶片
	18.5cm(7.3in)	1 : 1000000	象纸
	37cm(14.6in)	1 : 500000	象纸
	75cm(29.2in)	1 : 250000	象纸
彩色 合 成 图 象	18.5cm(7.3in)	1 : 1000000	正胶片
	18.5cm(7.3in)	1 : 1000000	象纸
	37cm(14.6in)	1 : 500000	象纸
	75cm(29.2in)	1 : 250000	象纸

CCT 磁带是一种 1.27cm 宽的数字磁带,有 7 轨和 9 轨两种,按记录密度来分,则为前面讲过的三种,即 800BPI、1600BPI 和 6200BPI,一般带长 731.52m,小盘磁带则为 365.76m。CCT 磁带和图象处理所用的工作磁带多为 9 轨 1600BPI 的大盘数字磁带。

1.4.2 二进制扩展十进制编码

要想使用 CCT 磁带进行遥感图象数字处理,必须事先了解磁带标识文件,这就要用到二进制扩展十进制编码的知识,即 EBCDIC 编码。二进制扩展十进制编码,就是每一个字符都使用 8 个二进制字位(即一个字节)来表示,而这一个字节的 8 个字位又可以分成两个 4 字位,字节的左 4 字位为高位,字节的右 4 字位为低位,高位、低位的 4 字位均可表示为一个 16 进制的

数字,这样,表示一个英文字母、数字、运算符或其它符号的字符,就不仅可以用一个字节的8位二进制数来编码,而且可以用两个16进制数字来编码了,这种编码对计算机的存储和运算都带来很大的方便。各种字符的编码均可详见二进制扩展十进制(EBCDIC)编码表(表1-4)。

下面举几个例子说明之:

①英文字母N,其编码为:

$$N = (11010101)_2 = (D5)_{\text{EBCDIC}}$$

②英文字母E,其编码为:

$$E = (11000101)_2 = (C5)_{\text{EBCDIC}}$$

表 1-4 二进制扩展十进制(EBCDIC)编码表

		高 位																
		十六进制	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 A B C D E F															
十六进制	二 进 制	0000 0001 0010 0011 0100 0101 0110 0111 1000 1001 1010 1011 1100 1101 1110 1111																
低 位	0	0000	& { } \ 0															
	1	0001	/ a j ~ A J 1															
	2	0010	b k s B K S 2															
	3	0011	c l t C L T 3															
	4	0100	d m u D M U 4															
	5	0101	e n v E N V 5															
	6	0110	f o w F O W 6															
	7	0111	q p x G P X 7															
	8	1000	h q y H Q Y 8															
	9	1001	i r z I R Z 9															
	A	1010	¢ :															
	B	1011	\$, #															
	C	1100	< * % a J d															
	D	1101	() — ,															
	E	1110	+ ; > = J															
	F	1111	¬ ? ”															

③数字字符的编码,如365天,则:

$$365 = (11110011111011011110101)_2 = (F3F6F5)_{\text{EBCDIC}}$$

④其它符号,如?,则:

$$? = (01101111)_2 = (6F)_{\text{EBCDIC}}$$

如果数值是按16进制表示,则和EBCDIC码不同,它将按16进制转换十进制的方式来进

行变换,当然也可以按着二进制转换十进制的方式来变换,例如 16 进制数 0CCC 转换成十进制,则有:

$$\begin{aligned}(0CCC)_{16} &= 0 + 12 \times 16^2 + 12 \times 16^1 + 0 \\ &= 3264\end{aligned}$$

如按二进制转换为十进制,则有:

$$\begin{aligned}(0CCC)_{16} &= (0000110011000000)_2 \\ &= 2^{11} + 2^{10} + 2^7 + 2^6 = 3264\end{aligned}$$

两者完全一样。

1.4.3 卫星遥感图象数字磁带记录内容

卫星遥感图象数字磁带记录的内容可以分成 ID(标识记录)、AN(注记记录)、VD(图象数据记录)和 SIAT(专用注记带记录)四个部分,下面分别简述之。

①ID 记录:即卫星遥感图象数字磁带识别标签,主要说明磁带记录内容是第几个卫星的,什么时间记录的,图象记录是哪一区域的,磁带的每个记录长度和图象的注记号等。整个记录共用 40 个字节,每一字节是由 8 个二进制组成的,一个字节表示一个字符(字母、数字和其它符号)。ID 标识记录具有一定的记录格式(见附录 5),记录是以二进制和前面说过的二进制扩展十进制编码方式写在磁带上的,记录格式也常略有改变,具体使用时最好请查阅一下美国宇航局等单位发表的关于卫星数据的使用手册。

②AN 记录:即注记记录,是注释图象的文字部分,记录的内容就是卫星遥感象片边框上的注记说明。其中包括两部分内容,第一部分 144 字节为说明获取图象信息时的情况,第二部分为 240×2 个字节,标记图象边框上的经、纬度坐标,前 240 个字节注记 RBV 图象经、纬度,后 240 个字节标注 MSS 的经、纬度,图象的每一边最多可标记 6 个点,四边最多共标记 24 个点,每个点用 10 个字节说明两个问题,一是点在图象上的位置,二是它的经、纬度数值。

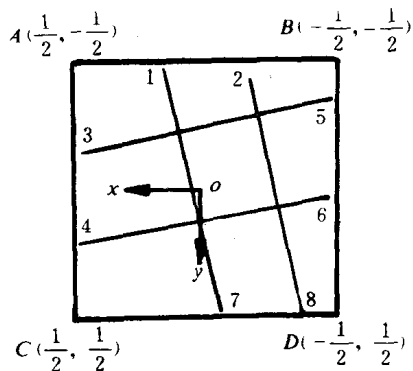


图 1-6 图象坐标图

标记点的图象位置(坐标)是以象幅的中心为图象坐标原点,因而 4 个顶点 A、B、C、D 的图象坐标位置分别位于 $(\frac{1}{2}, -\frac{1}{2})$ 、 $(-\frac{1}{2}, -\frac{1}{2})$ 、 $(\frac{1}{2}, \frac{1}{2})$ 和 $(-\frac{1}{2}, \frac{1}{2})$ (见图 1-6),四个顶点之间的各点均在 $+\frac{1}{2}$ 到 $-\frac{1}{2}$ 之间,可以用小数表示。

AN 注记记录提供的经、纬度坐标数据的顺序是从上边到左边到右边,再到底边,上、下边标记顺序是从左到右,而两边的顺序是从上到下,参照图中的数字顺序就可一目了然,而遥感数字图象中经、纬度标记点对应的象元点可以根据坐标点位置、扫描行数和象元点数可以换算出来。AN 的记录格式见附录 6。

③VD 记录:这是卫星遥感图象数字磁带记录的主要内容,即图象数据,其具有多个波段,

第一、二颗卫星均为四个波段,每个波段的数字图象均有 7.5×10^6 个象元数据组成,整个图象则有 $4 \times 7.5 \times 10^6$ 个数据,记录时每个数据的数值占用一个字节用 7 位二进制数表征,灰级范围在 0—127 之间,共 128 级。

④SIAT 记录:为数字图象专用注记文件,它为图象进行校正提供参数,其记录内容有经、纬度坐标参数,处理命令数据,传感器性能参数,飞行姿态参数,卫星速度、高度等。

1.4.4 卫星遥感图象数字磁带记录格式

卫星遥感图象数字磁带记录格式有一种是分条带记录,其中四个波段的图象信息数据交叉记录。磁带记录是顺序式的,首先写入磁带的是 ID(标识)记录,然后是 AN(注记)记录,第三是 VD 即条带图象记录,如果是第四条带,则在图象记录之后,还有 SIAT 记录。

一幅卫星遥感图象 2340 条扫描线,3240 个象元点,覆盖面积为 $185 \times 185 \text{ km}^2$,可以把四个波段覆盖 $185 \times 185 \text{ km}^2$ 的遥感图象分成四个条带(见图 1-7)。由图中可以看出每一条带覆盖 $46.25 \times 185 \text{ km}^2$ 的面积,而每一条带四个波段约有 $4 \times 2340 \times 3240 / 4 \approx 7.6 \times 10^6$ 个象元,也即每一条带图象数据占用 7.6×10^6 个字节,如采用 800BPI 的磁带,则一幅卫星遥感图象数据要分别记录于四盘磁带,即一个条带记录于 1 盘磁带,四盘磁带分别为 CCT_1 、 CCT_2 、 CCT_3 、 CCT_4 ,如把两个条带记录于一盘磁带,则条带 1、2 记录一盘带称为 CCT_{1+2} ,条带 3、4 记录于一盘磁带称 CCT_{3+4} ,此时可用 1600 BPI 的磁带进行记录,四个条带(即一幅图象)的数据完全记录于一盘磁带上也是可以的,这时即为 $\text{CCT}_{1+2+3+4}$,这时所用磁带密度更高,一般用 1600 BPI 或用 6200BPI。

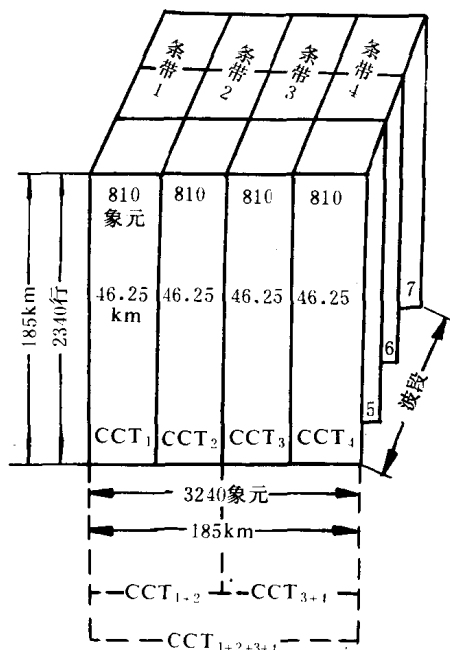


图 1-7 分条带的 CCT 磁带格式

一般常见的多为四个条带记录于一盘磁带的情况,这时磁带的记录格式见图 1-8,每个条带记录前面均有标识记录 ID 和注记记录 AN,而条带 4 的后面还有进行遥感图象校正用的专用注记 SIAT 文件记录。把每一个条带,例如条带 2 再分下去,就是扫描行的记录了,图中 $L_{i,j}$ 表示第 i 个条带的第 j 条扫描线(行), $L_{2,1}$ 即第二条带的第一条扫描线, $L_{2,2340}$ 即第二条带的第 2340 条扫描线,也即最后一条扫描线,每个条带的每条扫描线均有 3240 字节的记录。当然这是指包括四个波段信息总量而言的,因此还应进一步考虑在每一条扫描线内 4 个波段的记录是如何安排的,从图 1-8 的下部第 4 个图形,可以说明象元数据记录的排列是按 4 个波段顺序两两交叉排列记录的,图中“×”号代表象元数据记录,下面的数字注记代表波段,可见在一条扫描线内,开始先记录下两个 4 波段象元值,然后再记录两个 5 波段的象元值,以后顺序记录两个 6 波段值和两个 7 波段值,一个循环之后,又回到记录 4 波段中的下面两个该轮到的象元

值,这样轮番交叉记录 4 个波段,直到完成记录一条扫描线为止。

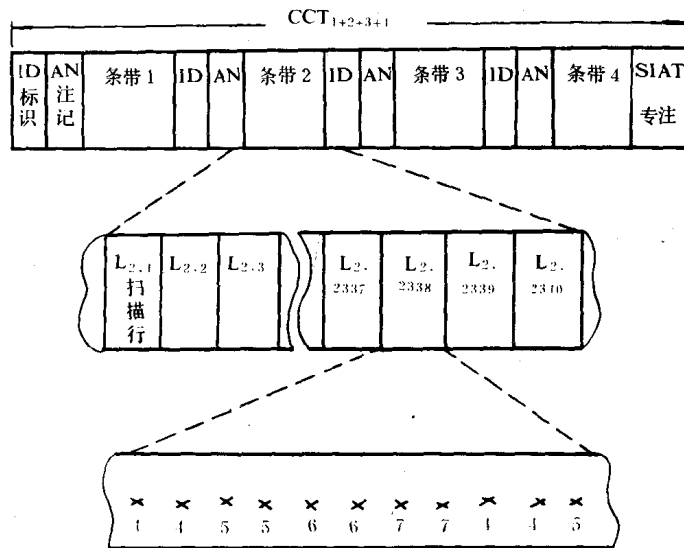


图 1-8 卫星遥感图象数字磁带记录格式

实际上,象元记录的交叉格式比上面情况还要复杂一些,因为在记录时,每条扫描线 4 个波段的始端和终端并不是齐头开始和齐尾结束的,在每条扫描线的始端和终端,都有 24 个字节用来做为一条扫描线的开始和收尾部分,这 24 个字节分成 3 组,每组 8 个字节,对应于 8 个象元的信息数据,现在用“×”符号表示一个象元的数据值,或者说有数据值,其占有一个字节,而用“0”符号表示空白即无数据值,其他为一个字节,○表示第 k 个象元,而 4、5、6、7,则表示波段数,这样则从图 1-9 中的格式可以看出,4 个波段不但两两交叉记录,而且各个波段记录之间都存在着两个象元记录的“延迟”,在一条扫描线中有 7 波段,最先记录也最早记录完毕,它比 6 波段的记录提早两个象元开始,也早两个象元结束;6 波段又比 5 波段提早两个象元开始和早两个象元记录结束;而 4 波段最后开始记录,在一条扫描线中,它的记录结束最迟。因此,就造成了在一条扫描线的开始和收尾部分,各有三组图象数据不全的数组,它的作用一是表示扫描线的开始和结束,二是容易检验四个波段对应点的象元记录。在卫星遥感图象数字磁带上,始端的三组数据出现在各条扫描线的始端,而三组终端数据则出现在各条扫描线的终端。

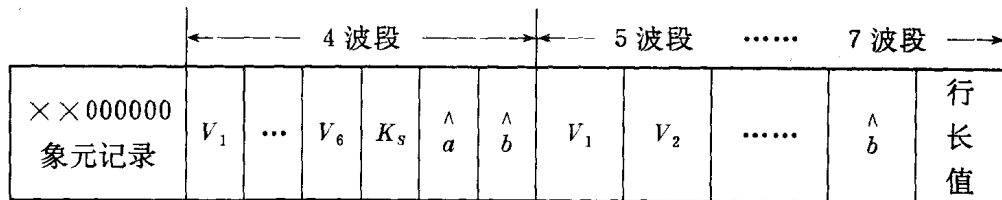


图 1-9 CCT 磁带象元信息的交叉记录格式

在每一条扫描线数据记录结束之后,紧跟着记录扫描线回扫过程中,卫星提供的辐射校正