



林业遥感选讲

林 业 遥 感 选 讲

主讲人 李 琰

(加拿大太平洋林业研究中心)

中国林业科学研究院林业科学研究所森林经理研究室

一九八三年三月

出 版: 中国林业科学研究院林业科学研究所
印 刷: 中国林业科学研究院情报所铅印室
册 数: 1—2000
字 数: (230,000)
工 本 费: 1.10 元
封面设计人: 赵 宪 文

S777.8
1

序

1981 年秋, 经中国林业科学研究院陶东岱院长邀请, 加拿大环境部太平洋林业研究中心林业遥感专家李琰博士来我国讲学, 对我国林业遥感科技和教学是一个大促进。

参加讲学班的单位及同志为数虽不多但也代表林业各个主要生产、科研、教学方面。在讲学期间, 经学员们努力, 随讲随整理出一份记录初稿, 后来感到其中领会不透的地方不少, 需要进一步整理, 同时有必要将李博士带来的若干资料适当选别补充进去, 便形成本册。

遥感科技内涵面本很广, 包括学科多, 在林业上应用的内容也很广泛, 不可能在为期数周的讲学时间内全面涉及, 从所介绍的内容看也只能算选讲。

遥感是近二三十年来随人造卫星的发射而发展起来的新兴科学技术, 其前身便是航空摄影测量。我国森林航空摄影测量在五十年代已有大规模建树, 当时在国内曾居领先地位。几十年来由于各种原因, 进展较慢, 新事物接触少了, 与国外先进水平的差距拉大了, 这次讲学对于改善这种现状就非常及时。

本选讲特色是重点较为突出, 突出在数字化图象分析上, 全册可分为四部分:

一、前三章介绍有关数字化图象分析一般情况, 工作规划步骤以及有关的物理学、生物物理学基础知识。

二、第四章到第七章着重介绍数字化图象分析内容, 从格式开始, 到分析技术中的增强技术, 分类技术和各种辅助数据的作用等。

三、第八到第十二等五章讲述加拿大图象处理工作概况, 加拿大五大公司现行国家处理系统, 加拿大主要林业研究机关使用的图象分析系统, 合成孔径雷达, 以及资源管理信息检索系统 Yukon RRAMS 等等。这都是国内有关同志比较感兴趣的部分。

四、围绕上述五章内容和对新卫星传感图象模拟问题, 另选译了李博士的六篇有关文章及摘要等。作为对具体问题进行研究的范例。

此外附加两份练习, 对初学者是很好的入门。

总之, 本选讲的重点也正是我国林业遥感科技方面的薄弱环节, 估计讲授内容在科研及教学上会受到较广泛重视, 但由于各项条件尚未齐备, 要在我国调查规划生产实际上正式推广, 尚有一段距离。

由于整理工作人员水平所限, 杂务较多, 时间拖延较久, 领会不足及错误很难避免。再如第二章中若干节, 仅有条款并无说明, 实因所掌握的说明与条款文字近似, 因而从略, 显得类似提纲。对此不足, 提请读者鉴谅

整理过程中, 关于章节秩序及内容安排等曾征得李博士意见, 若干文字, 数表及图解错误也经李博士逐一指出予以改正。参加记录初稿整理的有曹垣平、张智鹏、秦家鼎、谭曦光、李芝喜、林文瑞、梁志广、刘敬信、孔令华、周林生、臧恩钟、赵宪文、

肖兴彦、刘恩海、睦锁发、葛绳勇、张定有、张德宏等同志。这次整理中曹垣平、张德宏同志集中时间翻译出李博士的几篇论文。在抄写、制图、洽印及校对中做了很多具体工作，统此致谢。

本序言理应请李博士亲自执笔，几经推辞，未能如愿。只好不揣疏陋，冒昧代笔。

黄中立

1982年8月20日

林业遥感选讲

目次

第一章 遥感绪论	1
第一节 遥感技术发展现况.....	1
第二节 卫星遥感的未来发展.....	16
第三节 遥感数字化图象工作概况.....	20
第四节 数字图象分析技术所用的统计名词.....	20
第二章 遥感图象分析工作规划方案及关键步骤	22
第一节 导言.....	22
第二节 资源专家对数据要求的范围.....	22
第三节 可行性分析.....	23
第四节 规划方法论(细节).....	24
第三章 物理和生物物理基础	26
第一节 研究对象的分析.....	26
第二节 影象形成过程.....	26
第三节 陆地卫星多光谱扫描(MSS)影象的几何特征.....	28
第四节 自然地物的反射特性.....	30
第五节 影象分析中利用反射特性的方法.....	33
第四章 数字化影象格式及校正	36
第一节 概述.....	36
第二节 陆地卫星数据的几何特征.....	36
第三节 陆地卫星多光谱扫描数据的辐射校准.....	42
第五章 陆地卫星数字化数据分析技术(一)增强的步骤	45
第一节 绪论.....	45
第二节 数字化增强影象的显示.....	46
第三节 空间增强步骤.....	46
第四节 光谱增强步骤.....	50
第六章 陆地卫星数字化数据分析技术(二)分类技术	59
第一节 序言.....	59
第二节 多光谱数据.....	59
第三节 光谱图象识别.....	60
第四节 植被光谱级的相应关系.....	60
第五节 计算机的分类过程.....	60

第六节 监督分类	60
第七节 无监督分类	67
第七章 辅助数据	75
第一节 辅助数据的作用	75
第二节 辅助数据的格式	75
第三节 辅助数据的综合汇总	76
第四节 辅助数据对规划活动的要求	78
第八章 加拿大陆地卫星产品介绍	81
第一节 加拿大遥感中心数字化影象来源——陆地资源卫星	81
第二节 加拿大遥感中心数字化影象来源——另几种传感器	83
第三节 彩色影象记录系统(CIRS)	83
第九章 加拿大的影象分析工作	85
第一节 一般性能	85
第二节 CYBER影象处理系统(CDC公司)	86
第三节 DIPIX 公司的影象分析系统(IAS)	86
第四节 MDA影象分析系统(IAS)	87
第五节 NORPAK系统	88
第六节 OVAAC—8, 2 PAAC图象处理系统	89
第十章 加拿大太平洋林业研究中心(PFRC)的GEM—300 系统及加拿大 遥感中心(CCRS)的Image—100 系统	90
第一节 太平洋林业研究中心的GEM—300系统	90
第二节 在GEM—300和Image—100上陆地卫星数据对林业各方面的应用	92
第三节 CCRS的Image—100 系统	94
“用Image—100 的几种分类方法进行林地分类” (译自 1977 加拿大第四届遥感会议文集P.37—47 李博士文)	
第十一章 合成孔径雷达在林业上的应用	100
第一节 导言	100
第二节 合成孔径雷达应用实例	103
“用合成孔径雷达鉴别并监测加拿大B.C.省的林况” (译自 1981 IUFRO大会李博士所提论文, 日本东京)	
第十二章 加拿大 Yukon RRAMS 信息检索系统	108
第一节 导言	108
第二节 “Yukon RRAMS—用于可更新资源和 管理统计的一项信息检索系统”	109
(译自加拿大PFRC CB—X—185 号小册 李博士文)	
第三节 “用陆地卫星森林数字化数据可以更新一个简便而省钱的检索系统数据 库”	111
(译自加拿大 PFRC 散发文件 李博士文)	

第四节 “在ARIES系统上,应用多时相陆地卫星森林数字化数据 更新 Yukon RRAMS 数据库”	123
(译自 1980 加拿大第六届遥感会议文集P.73—80 李博士文)	
第十三章 对陆地卫星D—TM及法国SPOT卫星的模拟	129
第一节 导言.....	129
第二节 “在林地分类上,陆地卫星多光谱扫描器与模拟陆地卫星D—TM, 法国 SPOT 卫星以及机载多光谱扫描数据的比较”(摘要).....	138
(译自加拿大 PFRC 散发文件 李博士文)	
第十四章 练习	140
第一节 车间练习.....	140
第二节 评价遥感多光谱数据的数字化分析的基本教程.....	142
(译自 CCRS Tech Note 78—1,适用于Image—100用户)	
评价遥感多光谱数字化分析的基本教程(附图).....	145
评价遥感多光谱数字化分析的基本教程附图(答案).....	152

林 业 遥 感 选 讲

李琰博士讲述

第一章 遥感绪论

第一节 遥感技术发展现况:

目前陆地卫星(LANDSAT)所选的四个波段,是考虑了各个方面的需要,对森林来说,不是最理想的。陆地卫星遥感不能解决所有问题,因为它的地面分辨力为80米,对纯林判读容易,对混交林林木组成的判读便解决不了,这些问题可以通过航测来解决。

加拿大已使用雷达。信息的获得不同于卫星遥感。它不受大气条件(云天、雨天、夜间)的影响,可全天候工作。

航片数字化后也可以通过电脑进行自动分类。

地面分辨力是指遥感影象上可侦察或可量测的碎部。在航摄照片上,地面分辨力是比例尺(镜头、焦距及航高)与摄影系统解象力的函数。在摄影胶片上测量目的物所需要的地面分辨力要比侦察目的所需要的分辨力更细,这是由所处理影象的颗粒性及曝光时的光线分散性来确定的。

每种胶片能达到的地面分辨力是以摄影系统的解象力为基础的,包括照象机镜头,胶片及曝光时的影象移动速度等。

解象力指影象上分辨力的变动,是根据胶片,镜头相对孔径,镜头清晰度以及目的物与光轴的角度距离而定。通常用胶片上每毫米可见的黑白线条对的数目(实际上是计黑线数,因为每一条黑线必间隔一空白线,所以,黑线数与黑白线条对的数目相等)来表示,镜头的孔径增大,解象力则减少。

地面分辨力对摄影片种和比例尺的要求见表1.1

表1.1美国林业局(USFS)对地面目标进行侦察和测量时
所要求的地面分辨率、胶卷和摄影比例尺^①

地面分辨率的要求	摄影要求			
	侦察		测量	
	红外和彩红外 ^②	黑白和彩色 ^②	红外和彩红外 ^②	黑白和彩色 ^②
m	摄影比例尺		航空平台 ^③	
0.1	1:3200	1:5000	1:1600	1:2500
0.3	1:12500	1:20000	1:6400	1:9600
0.5	1:20000	1:32000	1:9600	1:16000
1.0	1:40000	1:64000	1:20000	1:32000
1.5	1:64000	— ^⑤	1:32000	1:46000
2.0	— ^⑤	—	1:40000	1:64000
3.0	—	—	1:64000	— ^⑤
高空和航天平台 ^④				
1.0	1:64000	1:125000	1:32000	1:64000
1.5	1:92000	1:184000	1:46000	1:92000
2.0	1:125000	1:250000	1:64000	1:125000
3.0	1:184000	1:320000	1:92000	1:160000
4.0	1:250000	1:500000	1:125000	1:250000
5.0	1:310000	1:620000	1:155000	1:310000
10.0	1:500000	1:1000000	1:250000	1:500000
30.0	1:1500000	1:3000000	1:750000	1:1500000
80.0	1:3900000	1:6000000	1:2100000	1:2600000

(引自R.C.Aldrich 1979 RM—71)

- 注: (1)表列的数值是由Welch(1972)插图9中的曲线中读取并经匀滑使之一致。
 (2)BW——全色胶卷, IR——红外, Color——正常彩色, CIR——彩红外(航空彩红外)。
 (3)150至9200米高;提到的胶片是Eastman Kodak红外航空摄影2424(IR), 航空彩红外2443(CIR), 全色3410(BW), 航空彩色2445(Color)及航空MS2448彩色片。
 (4)9200~19800米及至190公里以上的高度所提及的胶片是Eastman Kodak高清晰度航空彩红外So——127(CIR), 高清晰度航空3414(BW), 以及航空彩色So——242(Color)。
 (5)在理论上小于1:64000比例尺的象片不能从9200公尺高度获得, 除非使用短于6英寸(150mm)焦距的镜头。没有先例这样做过。因为较低分辨率的要求可以在1:64000的象片上获得, 本表未列。

比例尺是用分数形式表示, 分数值愈小(即分母愈大)则比例尺愈小。1:30000~1:200000 为小比例尺, 1:12000~1:30000 为中比例尺, 1:500~12000 为大比例尺。小于1:200000 的影像(包括卫星影像)为超小比例尺, 需要特殊的观察设备。

胶片上所摄取最细的碎部只有通过放大(改变比例尺)才能观察。

表 1.2. 在摄影的遥感图象①方面, 用于判释分类、制图以及判释分类或制图所需的放大率和手段:

摄影比例尺		要求的放大率② (立体镜) (放大倍数)	数据类型③	要求的仪器和方法④
比例尺	代号			
1:1600	01	1.5	P	PS
1:2500	02	1.5	P	PS
1:3200	03	1.5	P	PS
1:5000	04	1.5	P	PS MS SS
1:6400	05	1.5	P	PS MS SS
1:9600	06	1.5	P	PS MS SS
1:12000	07	1.5	P	PS MS SS
1:16000	08	1.5	P	PS MS SS
1:20000	09	1.5	P	PS MS SS
1:32000	10	2.0	P	MS SS
1:40000	11	3.0	P	MS SS ZS
1:46000	12	3.0	P	MS,SS,ZS,
1:64000	13	3.5	P	MS,SS,ZTS,ZS
1:83000	14	4.0	P	ZTS,MS,SS,ZS
1:92000	15	4.5	P	ZTS,MS,SS,ZS
1:100000	16	5.0	P	ZTS,SS,ZS
1:125000	17	6.0	P	ZTS,SS,ZS
1:150000	18	6.5	P	ZTS,SS,ZS
1:155000	19	6.5	P	ZTS,SS,ZS
1:160000	20	7.0	P	ZTS,SS,ZS
1:184000	21	8.5	P	SS,ZS
1:200000	22	9.0	P	SS,ZS
1:250000	23	11.0	P,D	SM,PE,(ZTS),DIAS
1:310000	24	13.0	P,D	SM,PE,(ZTS),DIAS
1:320000	25	14.0	P,D	SM,PE,(ZTS),DIAS
1:375000	26	15.0	P,D	SM,PE,(ZTS),DIAS
1:500000	27	20.0	P,D	SM,PE,(ZTS),DIAS

摄影比例尺		要求的放大率② (立体镜放大倍数)	数据类型③	要求的仪器和方法④
比例尺	代号			
1:620000	28	23.0	P,D	SM,PE,(ZTS),DIAS
1:750000	29	26.0	P,D	SM,PE,(ZTS),DIAS
1:1000000	30	35.0	P,D	SM,PE,(ZTS),DIAS
1:1250000	31	39.0	D,P	DIAS,PE,(ZTS)
1:1500000	32	45.0	D,P	DIAS,PE,(ZTS)
1:2100000	33	50.0	D,P	DIAS,PE,(ZTS)
1:2600000	34	55.0	D,P	DIAS,PE,(ZTS)
1:3000000	35	60.0	D,P	DIAS,PE,(ZTS)
1:3900000	36	70.0	D,P	DIAS,PE,(ZTS)

(引自R.C. Aldrich 1979 RM—71)

注：(1)通常为 70 mm 象幅。

(2)引自Welch(1972)插图 17

(3)P——象片，D——数字化的摄影透明片

(4)PS——袖珍立体镜，MS——反光立体镜(2×)

SS——扫描立体镜(2×, 4×, 9×)

ZS——可变焦距立体镜(2.5——60×)

SM——立体显微镜(2.5×, 60×)

ZTS——可变焦距转绘仪(1——13×)

DIAS——数字图象分析系统

PE——光学放大

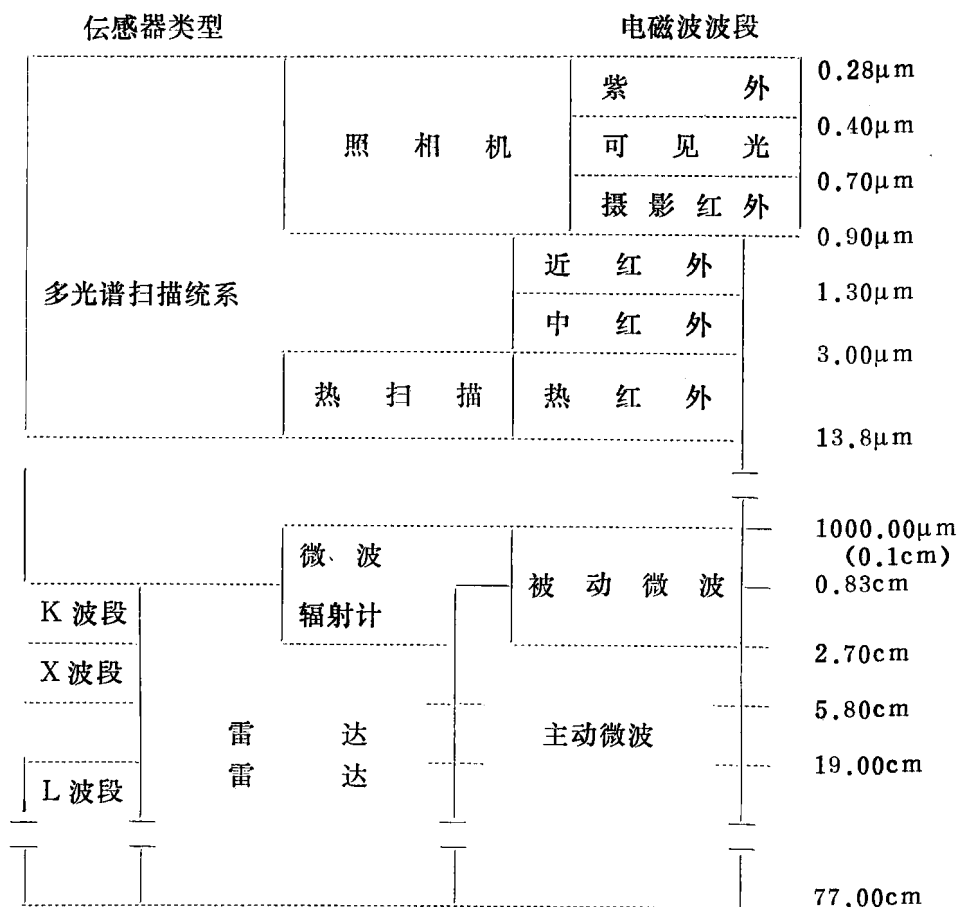
电磁波谱(EMS)是已知电磁波辐射能的排列顺序，对野外信息收集有用的电磁波谱包括紫外线，可见光，摄影红外，近红外，中红外及微波等。微波又分被动与主动两部分：

波段指在EMS中选的一段波长，如红波段为 0.6—0.7 μ m。雷达频谱中的 X-，K-或 L-波段等。

瞬时视场(IFOV)：指扫描系统中实际使用的狭窄视场，只记录视场内小面积的电磁波能量，例如，陆地卫星 I 和 II 于 920 公里高空，其瞬时视场的一边为 79 米，再在扫描器的电子输出器上横向抽样得出 57 米的 IFOV。(即一个象元)

影象传感器：广义说，包括照相机，胶片，光学机械扫描器等光学设备，为被动系统。至于雷达及被动微波系统虽不属光学设备，但也都认定为影象系统。

目前可以利用的电磁波谱仅为其中几个部份，相应的传感器类型等可见以下示意图：



(引自R.C.Aldrich 1979 RM—71)

图1.1 电磁波谱(EMS)的有用部份和最有效的传感器类型(EMS各部分并未按比例绘出)

关于电磁波理论有以下要点，具体内容见“物理及生物物理基础”章

1. 电磁波谱范围
2. 波长与频率的相关
3. 可见光谱范围(0.4—0.7 μm)
4. 绝对温度及其与各能源的关系(太阳，荧光灯，白炽灯)
5. 辐射能与地表物体的相互作用(反射，透射，吸收)
6. 不同色光曲线

关于光、色及彩色图象的讲授要点如下：—

1. 通过棱镜将白光色散成各种色光
2. 各色光强度测定
3. 彩色胶片结构(1)真彩色片(2)假彩色片
4. 用黑白片通过滤色镜的配合合成彩色片

5.三原加色和三原减色, (A)迭加三原加色(红、绿、兰)就产生白色, (B)迭加三原减色(黄、品、青)就产生黑色

6.假彩色卫星象片的判读。

7.关于卫片和磁带应用: 磁带贵, 计算机处理方便, 信息量多, 两个季节的(冬夏)可有八个波段, 能区分出针, 阔叶林, 可以估测材积, 用 1:20 万比例尺的卫片, 可分出针、阔叶林, 比较便利。

现将美国农业部林业局制定遥感用户各项要求的要点列表如下(表1.3)

表1.3美国农业部林业局遥感用户的各项要求, 所需地面分辨率
和推荐胶片类型以及根据现状对航空遥感的建议

数据用户的各项要求①		当前建议				
数 据 条 件	地 面 分辨率 (M)	选 用 胶 片 类 型	最小比例尺②		胶片类型④	平 台④
			侦察	测量		
			编码号数③			
I.分类和制图						
A.有植被覆盖						
1.森林						
a.树木(树种)	0.1	CIR	4	2	Color	LAA
1)实生苗	0.1	CIR	4	2	Color	LAA
2)幼树	0.3	CIR	7	5	CIR	LAA
			9	6	Color	MAA,LAA
3)杆材树及锯材	1.0	CIR	13	10	CIR	HAA
			17	13	Color	HAA
4)成熟林	1.0	CIR	13	10	CIR	HAA
			17	13	Color	HAA
b.林分	30.0	CIR	32	29	Color	SAT
2.非森林						
a.灌木(树种)	0.3	CIR	7	5	CIR	LAA
b.灌木林分	3.0	CIR	21	15	CIR	HAA
c.阔叶草	0.3	CIR	7	5	CIR	LAA
d.阔叶草群丛	3.0	CIR	21	15	CIR	HAA
e.禾草	0.1	CIR	3	1	CIR	LAA
f.禾草群丛	3.0	CIR	21	15	CIR	HAA
g.水生植物	3.0	CIR	21	15	CIR	HAA
3.散生林湿地	3.0	CIR	21	15	CIR	SAT
4.泛滥平原植被	10.0	CIR	27	23	CIR	SAT

数据用户的各项要求①		当前建议				
数 据 条 件	地 面 分辨率 (M)	选 用 胶 片 类 型	最小比例尺②		胶片类型④	平 台④
			侦察	测量		
			编码号数③			
5.海岸植被	0.3	CIR	7	5	CIR	LAA
6.难以通过的森林	0.3	CIR	7	5	CIR	LAA
7.燃料类型	5.0	CIR	24	19	CIR	HAA,SAT
a.间距						
b.排列						
c.种类						
d.大小						
e.等级						
f.抵抗力						
g.危险种类						
h.燃料含水量						
B.非植被覆盖						
1.岩石(巨砾石、园石块、露头石)						
a.露头石	3.0	CIR,Color	21	15	CIR	HAA
b.悬崖——阻碍	3.0	BW	21	15	CIR	HAA
2.裸露地						
a.沙丘及风蚀地	3.0	CIR	21	15	CIR	HAA
b.裸土	0.3	CIR	7	5	CIR	LAA
c.大片裸土	10.0	CIR,Color	27	23	CIR	SAT
d.地被内裸土成分	0.3	CIR	7	5	CIR	LAA
e.干土	1.0	CIR	11	9	CIR	MAA,HAA
f.湿土	1.0	Color	11	9	CIR	MAA,HAA
3.水						
a.冲刷溪流	3.0	BW	21	15	CIR	HAA
b.推土机槽道	3.0	IR,Color	21	15	CIR	HAA
c.天然阻碍	3.0	CIR	21	15	CIR	HAA
d.海湾定位	10.0	BW,IR,CIR	27	23	CIR	SAT
e.水定位	3.0	BW	21	15	CIR	HAA
f.平面及流动	3.0	IR	21	15	CIR	HAA
g.水文类型	3.0	BW,IR,CIR	21	15	CIR	HAA

数据用户的各项要求①		当前建议				
数 据 条 件	地 面 分辨率 (M)	选 用 胶 片 类 型	最小比例尺②		胶片类型④	平 台④
			侦察	测量		
			编码号数③			
h.最小和第二小溪流	1.5	CIR	13	10	CIR	MAA,HAA
i.水槽	3.0	Color,CIR	21	15	CIR	HAA
j.描绘外形	3.0	BW,IR	21	15	CIR	HAA
C.土地利用						
1.开矿前条件	3.0	BW	21	15	CIR	HAA
		IR Color CIR	25	20	Color	HAA,SAT
D.土地形状						
1.景观	0.3	BW,IR	9	6	BW	MAA,LAA
		Color,CIR				
2.地文	0.3	BW,IR	9	6	BW	MAA,LAA
		Color,CIR				
3.景观结构	3.0	Color,CIR	21	15	CIR	HAA
4.景观色调	3.0	Color,CIR	21	15	CIR	HAA
5.景观线条	3.0	Color,CIR	21	15	CIR	HAA
6.景观地貌	3.0	Color,CIR	21	15	CIR	HAA
7.地形						
a.海拔高	0.3	BW,IR	9	6	BW	MAA,LAA
		Color,CIR				
b.地图	0.3	BW,IR	9	6	BW	MAA,LAA
		Color,CIR				
c.坡度	0.3	BW,IR	9	6	BW	MAA,LAA
		Color,CIR				
d.坡向	0.3	BW,IR	9	6	BW	MAA,LAA
		Color,CIR				
e.是否适于作草场	0.3	BW,IR	9	6	BW	MAA,LAA
		Color,CIR				
f.地面变化	0.3	BW,IR	9	6	BW	MAA,LAA
		Color,CIR				
g.坡长	0.3	BW,IR	9	6	BW	MAA,LAA
		Color,CIR				
h.渠道坡降	0.3	BW,IR	9	6	BW	MAA,LAA

数据用户的各项要求①		当前建议				
数 据 条 件	地 面 分辨率 (M)	选 用 胶 片 类 型	最小比例尺②		胶片类型④	平 台④
			侦察	测量		
			编码号数③			
i. 山坡是否适于作草场	0.1	Color, CIR BW	4	2	BW	LAA
8. 排水	3.0	BW, IR	21	15	CIR	HAA
9. 水源区	3.0	Color, CIR	21	15	CIR	HAA
E. 干扰						
1. 冲刷	0.5	BW, IR	9	6	CIR	MAA, LAA
2. 严重冲刷	1.0	Color, CIR BW	11	9	CIR	MAA, LAA
3. 火		Color, CIR				
a. 建筑物受威胁	3.0	BW, IR	21	15	CIR	HAA
b. 成片火烧	3.0	CIR	21	15	CIR	HAA
4. 虫害						
a. 风倒	5.0	IR	24	19	CIR	HAA, SAT
b. 倒木	2.0	BW	17	13	CIR	HAA
5. 摧毁的禾草及阔叶草	0.3	CIR	7	5	CIR	LAA
6. 地被枯枝落叶层	1.0	CIR	11	9	CIR	MAA, HAA
	0.3	CIR	7	5		LAA
7. 残根、树穴	0.3	CIR	7	5	CIR	LAA
8. 树木致死	0.3	CIR	7	5	CIR	LAA
9. 按树种的枯损率	0.3	CIR	7	5	CIR	LAA
10. 按类型的枯损率	0.3	——⑤	9	6	Color	MAA, LAA
11. 采伐面积	10.0	Color	27	23	CIR	SAT
12. 采伐剩余物	4.0	CIR	23	17	CIR	HAA, SAT
	0.3	CIR	7	5	CIR	LAA
13. 各种灾害	3.0	——⑤	21	15	CIR	HAA
14. 开矿	3.0	Color	21	15	CIR	HAA
a. 废渣处理	3.0	Color	21	15	CIR	HAA
b. 地表取土坑	3.0	CIR				
15. 植被群丛史	0.3	CIR	9	6	Color	LAA
16. 践踏植被	2.0	CIR	17	13	CIR	HAA