

# 生物圈遥感

B. B. 舍尔舒科夫

卫星观测在地球植被和动物界研究中得到成功的应用。卫星观测能发现植被受各种灾害，特别是对发现有害昆虫和森林火灾的破坏最为有效。在象片上能清楚地看到森林生长状况—森林的病态和病态的恢复。卫星提供的土被信息是多种多样的。

比如，利用航空航天摄影资料研究干旱区，不仅能提供有关地球表面（土壤、土质、地形和植被）的，而且还能提供沙漠区各种指示物与水文地质构造联系方面的可靠信息。

利用在象片上得到反映的、以判读标志形式出现的直接暴露出来的标志，有助于识别干旱区的特点，在干旱区找水乃是利用航空航天摄影资料所能解决的最重要的问题之一。为了弄清地区的深层特点，就必须利用植物与地质、岩石、水文和其它条件之间存在的指示性联系。大家知道，各种植物的根系与浅层地下水的埋藏深度有着密切关系，因此，利用大于 1:10000 的植被象片，可以确定地下水的埋藏地点，利用 1:30000 比例尺象片，依照景观图象的特点，揭示地质对象，并进行水文地质制图。

一般是使用 1:200000 比例尺象片研究地下水水平衡和制图，而 1:1000000 和更小比例尺的象片供水文地质和水文指示性区划使用。

在确定水的矿化度和水的深度时，应当知道，矿化度达到 1 克/公升时，人可以饮用，矿化度达 3—5 克/公升时可供羊饮用，达到 10 克/公升可供骆驼饮用，矿化度再大时就不宜饮用了。

以井形式表现出来的水的开阔露头，一般是依据间接标志—放射形方向的小路以及放牧时踏毁的植被（其图象为浅色色调）来识别，这种颜色在大比例尺象片上与周围的灰色底色呈鲜明的

种过程的时期十分重要。例如，生物量增长期，水热资源积累和消耗期。这里所说的“增长”近似于加速度。地理系统过程相互作用的不同活性程度的时期也具有重要的信息意义。例如，非生物因素对地理系统生物群落的影响周期性地改变自己的强度，甚至符号。同时各种地球物理和地球化学过程可能在不同的时期对生物群分别产生重要的和不重要的影响。积极作用的时期说明生物群落对该种“因素”有较高的要求。它们的符号表示地理系统内这种或那种因素的不足（正活跃期）或过剩（负活跃期）。这类时期的数量，它们的符号，强度和时间分配有效地反映出地理系统的特征，是模拟，评价，预报和管理地理系统状态是具有信息意义的参数。

地理系统的时间组织性还表现出地理系统过程和现象进程的另一个重要特征——它们各不相同的惰性。所以在评价地理系统状态时考虑完成的过程可能造成的“后果”是十分重要的。例如，考虑草原和森林草原带春季融雪期的水文循环结果，乃至地理系统的整个状态，因为水文过程是雪转化为液态水这一时期的主要地理系统过程，它取决于前期秋季降水在土壤中的蓄积量。冬天寒冷期土壤中的“积累”对森林草原生长期的参数有很大的影响。

以上仅仅是有关地理系统时间组织性的几个问题。研究地理系统的时间组织性具有理论和实践的意义。其理论意义在于，它有助于探求形成地理系统状态特征的自然机理，它的稳定性和变化性，和能最准确地反映这种状态的参数。它的实践意义表现为在揭示出自然—人为地理系统上述机理和参数后，便可进而阐明使地理系统保持最佳时间组织性的过程，使其能有效地履行社会经济职能，并明确在具体的自然条件下合理利用自然资源的途径。

李德美译自全苏“地理系统—86”会议论文

对比。

垅状的、崎岖不平的沙地在卫片上看得特别清楚，呈特殊的条带状图形，而植被的不同类型则说明水的埋藏深度和矿化度不同。在干旱区象片上能清楚地辨别出地质要素，如线形要素和裂缝（直线形条带、深色与底色形成的反差相当明显，深水就是沿这类线渗流）。在航片和卫片上判读沙漠区喀斯特—潜蚀过程比较容易，这一过程以漏斗形陷落、盘状坑和线形延伸洼地、干河床和切沟形式表现出来。

沼泽群聚作为原料产地具有十分重要意义。利用光谱段象片判读沼泽群聚最为有效。

作为判读标志的彩色意义十分重大，但是也必须知道，由于所利用的胶片和象纸种类不同不同群聚的颜色也将是不同的，如果使用摄影胶片CH—6和彩色三层象纸，颜色会出现下列梯度变化：睡苔藓—深蓝—绿色，地衣—浅蓝—浅绿，水藓—黄色，草本层—桔红色和红棕色，云杉—蓝—绿，松树—绿色，白桦—黄—橙黄，枯萎植物的叶子—浅蓝—绿或黄—绿色。沼泽群聚图象的颜色随着充水量的增加而变暗。

沼泽，它是地球表面过渡湿润的地段，在湿润状态下，泥炭层的厚度不小于30厘米，而在干旱情况下，不少于20厘米。按照沼泽可通行程度分，分为可通行的和不能通行的以及通行困难的；按植被类型分，分草本植被、芦苇植被、莞丛植被、藓苔植被、森林植被和灌木植被；按营养类型分低位植被（位于河漫滩、分水岭低地，靠地下水补给）和高位植被（靠大气降水补给）和过渡植被。

高位藓苔沼泽在自然界中起着极为重要的作用，它们保存和调节水分，为河流、湖泊、土壤和地下水补给水分；这里养育着许多鸟兽，结出许多贵重果实。将这类沼泽排干后，仅在几年的时间里能有较好的收成，但以后由于侵蚀不断发展，这里的土地又不得不废弃。

低位沼泽群聚在象片上的图象结构依植被类型不同而异（森林植被为颗粒状结构，草本植被和藓苔植被结构相同），图象的色调也因植被类型不同有所差别（桦树群落的颜色从褐色到橙黄，松树群落—褐绿色，并夹杂着黄色或橄榄色，木本—芦苇植被为褐绿，木本—苔草植被从褐绿—黄绿，苔草植被从赭黄到黄绿和绿色）。

在过渡沼泽象片上，图象结构和色调视植被类型不同而异，它们可能是木本植被（颗粒状结构、色调从深绿到深褐绿，立体观察时黄绿色沼泽表面清晰可见）；木本—苔草植被（微颗粒同质构造，色调为灰绿色，混杂黄褐色）；苔草属植被（同类结构，浅黄橙色）；泥炭藓类（同类结构，色调浅黄绿）。

高位沼泽在象片上的结构和色调也与植被类型有关：松树—灌木植被为同类结构，深灰绿，夹杂褐色；泥炭藓类植被为同类结构，浅绿黄色；生长不好的松树（高度1—3米），颗粒状或垅状式的条带状结构，色调从灰绿到深褐—灰—绿。

在间接判读标志中，泥炭地的地貌类型、植物群聚的可能位置、植被类型以及沼泽植被群聚和泥炭地分布区有着很大作用。

为了在航空摄影资料上识别和估算动物数量，可以使用超大比例尺（1：2000）和大比例尺象片，若是分析动物活动的话，使用大比例尺和中比例尺（小于1：3000）的象片就够用了。为了取得有关动物的最佳信息，就必须严格选择摄影时间：森林地带摄影最好选在冬季，这时它们开始群居，阔叶林也不影响向深处观察；草原带摄影选在夏季最为合适，这时植被遭到严重破坏；荒漠带摄影应选在太阳处于低高度时节。

研究结果表明，依据航空航天摄影资料有可能划分出生态系统中的动物组成结构，如果利用比例尺1：10000象片能够对生态系统中的主要动物组成结构进行识别、研究和制图的话，那么利用分辨力为30—100米，视野度在100000平方公里以上的卫片，只能显示出与乔木树种害虫分布有关的大的动物组成结构或者是荒漠牧场的过度放牧情景。

判读植被和土壤时，能看到与各个专题：地植物学、土壤、景观、植被、森林调查有关的内容。上述领域各自具有独特性和共性。比如地植物学是揭示无林区中草原植被、干草原、草原和草甸—草原植被的显域类型；森林内部的乔木；森林草原中的草甸草原和草原化草甸。

由于土质和土被类型、盐渍度和湿度不同所形成的各种草原类型在航空航天摄影资料上都有自己独特的反映。夏初和秋季摄影能取得最佳的有关草原原生荒植被的信息，这时杂草和乔本科草群之间的界线特别明显。草原地带在光谱绿波中亮度很大，因此正确选择摄影胶片类型有着十分重要的意义。所用的胶片应对最大光谱亮度敏感。使用比例尺1 : 400000合成彩色象片，便于弄清植被主要品种形成的类型，确定各种品种，如果在航空目视判读时有补充的变化。在卫片上依据图象的颜色不仅能识别各种草原、半荒漠和荒漠植被、冻原植被和森林冻原，而且还能区分出最有开展前途的被淹没的海滨地段（海滨湿地）。地植物学工作包括：编制地植物区划、类型地植物、植被各种类型—森林、沼泽和草原类型等图件的编制以及天然饲料用地、人为作用对植被影响和植被变化图件的绘制。

植被是重要的自然资源之一。它们包括：森林、灌木、草、藓苔和地衣。在森林材积调查中，利用象片确定森林形状、成份、年龄、地位级、总盖度和蓄积量。所有这些项目在象片上并不是都有反映，其中有些是看得到的，或用立体观察确定（如树冠的形状、大小、图象色调、高度和高差、树冠投影形式和阴影形状）。

木本植被具有一定的结构。象片比例尺大于1 : 10000时，木本植被的结构为大的颗粒状，比例为1 : 15000—1 : 25000时为颗粒状，小于1 : 25000时呈小颗粒状，小于1 : 50000为均质的（没有颗粒）。

图象的色调因植被类型不同而异：云杉林和冷杉林为暗色调，带有浅灰或灰色圆点（树冠颗粒）；松林和雪松为灰色；落叶松林的色调是针叶林中最浅的；桦林为浅灰色，比云杉—冷杉色调浅；橡树为灰色；山杨林浅灰色，是所有木本植被类型中色调最浅的。

沼泽、森林苔原和山地生长不好的矮林（高度在12米以下），在象片上依据图象的亮色调识别，若是立体量测时，按照群聚大小和形态特点观察小的树冠和地面植被。

森林的萌芽条—幼年乔木树种，高度在4米以内。象片上的颗粒度不够明显，而结构几乎是一样的。所说的灌木植被，是指矮的多年生木本植被，高度在6—8米以内，呈灰色或深灰色的结构模糊不清，阴影特别小。区分灌木丛和萌芽条的间接标志则是它们的固有的属性。灌木一般是生长在河漫滩、草原橡树林缘、沼泽地、干沟和冲沟等地，而萌芽条主要出现在大片林区采伐地上。

半灌木、草木、地衣和藓苔植被在象片上的结构不明显，其图象色调为浅灰色。在高度不到1米的半灌木丛中，植被为粗硬植被，然而冬季被冻死，投影覆盖不超过50%，因此地面往往能看得到。

无论是在单波段还是在合成彩色多波段象片上，由于植被光谱亮度系数不同将导致色调上的差异。植被摄影利用红外波段最为有效，植被图象为浅色调。植被摄影最重要的是选择适宜的时间。如果是为了区分针叶林和阔叶林以及描述地貌的目的，摄影时间最好选在早春或晚秋，因为这时阔叶树已无有叶子，若是为了确定林分组成，最好的摄影时间是8月—9月，这时树叶完全变黄，在象片上有鲜明的彩色对比。

在《虹》试验中在前贝加尔南部所拍摄的合成多波段象片清楚地表明，按占优势树种编制森林图是完全可能的。用这种方法所编制的地图比用传统方法编制的地图可靠又详细。森林树种界线清晰可见，依此确定各种树种所占面积，也可辨别出人为影响带和森林覆盖状况。这样就可以进一步利用象片完成以下几个方面的区划：划分出遭受轻微破坏的森林植被和经济开发利用不多的植被；由林火所造成的遭受中等破坏的；由于频繁开采、火灾和过度农业利用使森林植被受到严

重破坏的地区：完全没有森林的农业利用区。

除了多波段摄影之外，最好利用彩色光谱段胶片，依据近似的彩色表达，再参照样片并以航空目视判读校正便能区别植被类型。

在林业管理中，一般要求每10—15年对植被情况进行一次调查，完成这项任务只有采用卫星摄影和自动判读方法。苏联国家林业委员会的各个企业对这个问题的特别重视。

采用各种各样的生物圈遥感方法有助于更可靠地在广大地区开展土壤、植被和动物界恢复规划工作。定期进行航空和航天摄影，及时掌握周围环境所发生的变化，就是说能及时地解决改善生物圈生态状态问题。

从宇宙观测土地利用特点，能提供特别重要的有关人在经济活动过程中对自然所施加的正反两方面影响的资料。土壤地面调查的传统方法无论如何也不能可靠地在短期内统计出土壤资料，同时也不能对10—12年前所测制的已陈旧的土壤图进行更新。从方法上来看，利用比例尺1:500000卫片可迅速解决土壤判读任务（供编制土地资源、土地状况和利用及侵蚀图使用）。

为了获取最佳成果，重要的是选择合适的摄影时间，早春或翻耕后的晚秋最为合适。土壤亮度光谱系数将导致象片产生不同的彩色反差。为了依据作物弄清耕地情况，就必须在不同生长期摄影。

利用象片有助于弄清翻耕后土壤受吹蚀的程度；图象色调是识别土壤盐渍化程度的主要标志，而图形则表示土壤受侵蚀情况，通过立体观察看得特别清楚。确定了侵蚀长度及其深度之后，就可弄清侵蚀过程的强度，也可指明防治侵蚀所要采取的措施，即进行防侵蚀措施循环。

为了分析侵蚀过程，最好使用综合摄影—航空摄影和摄影经纬仪摄影（地面摄影），这样就会弄清冲沟和干沟形成时的所有动态，并制定出防水蚀的合理方法。

例如，龟裂土上的水蚀、荒漠中的灌溉侵蚀、绿洲附近地区由排水造成的水蚀以及山坡上的泥石流在卫片上皆可依据临时水渠弯曲河床树枝状或扇形图形以及图象的光亮色调加以识别。荒漠地带、草原和流沙中的风蚀清楚地表现在图象的光亮色调上；各斑点间的界线并不总是很清楚的，比如沙地面积不大，直径在0.5—3公里的情况下，其界线模糊不清。

判读按地貌形态划分的沙地，可作为在象片上识别土质的示例。在水库和水渠岸上，以海滩形式亮色调表现出来的平坦沙地，没有任何明显的高差。长满草的、湿润沙地在象片上的色调比较暗。其它类型的沙地—草沙丘表现为园形的沙丘杂乱无章的聚集，其高度在几米以内。它们在象片上为灰色，镶嵌式结构，这些形态在大比例尺象片上清晰可辨。沙丘在象片上表现为长形的、新月形和抛物线形长垣。滨海沙丘的高度为10—30米，河成沙丘高度5—8米，在风的作用下，它们将会移动。最好用立体方法观察这类沙丘，可以看见它们的构造特征。垅岗沙丘在象片上表现为大量的沿主风向延伸的几乎是平行的狭窄条带。垅岗在象片上依据阴坡和阳坡分辨。垅岗高度从70米（半长满草的沙地）到200米（裸露沙地）不等。园穴沙地在象片上呈非对称的风蚀盆地，深度在8—12米以内，立体观察看得特别清楚。格状沙地的特点是吹蚀盘状坑排列均匀而密集，在象片上以园形对称网格清楚地表现出来。用立体观察法能可靠地识别出这类沙地的形态。新月形沙丘，是指没有被植被固定的镰刀状小丘，其坡面不对称。在象片上借助直接标志可将这类沙地从其它沙地中分出来。综合形沙地在象片上的特点是具有直接标志，这些标志是由上述各类沙地组合而成，垅岗高度极为不同。

跃辉译自 Сер. «Наука о Земле» № 9 1986, «Знание»