

第二章 国土资源调查与评价

第一节 国土资源调查

一、概述

国土资源调查是获取一个地区的国土资源有关信息的重要手段, 对一个地区国土资源的类型和分布的了解、评价和规划以及其合理利用与保护的宏观考虑等都是其必要的、先行的和基础性的工作。

国土资源包括八大类型, 内容十分广泛与复杂, 在此教材中难以对某一类型进行讲述, 更难以进行一一讲述。虽然每一类型资源都各有具体的特点及其特有的调查方法, 但他们之间的调查方法有其共性。因此有可能、有必要对一些有关调查的共性及其方法论进行论述。如总体的工作步骤、每步的工作意义、工作原理及工作要求等, 在其共性的讲述中去理解不同资源类型的具体调查要求。

二、调查工作的具体步骤及其工作要点

1. 准备工作阶段

(1) 明确任务: 调查的具体任务、要求、制图的比例尺。

(2) 组织专业队伍: 根据任务要求确定为多专业的综合调查或某一专业的单独调查, 然后确定有关外业专业技术人员及其有关内业专业技术人员的要求等。

(3) 收集资料: 包括有关文字资料、地形图、遥感影像(航片及不同分辨率的卫星影像资料、磁带)和计算机及其它软件处理系统等。

(4) 实验物质、材料及有关专业工作用具: 包括外业及室内需用的仪器和有关材料等。其中要特别注意用于外业工作的定位与制图

有关各种关键类型的仪器设备, 如简易用的 GPS 等。

(5) 拟定工作计划、建立工作队伍的组织及明确工作成果要求等。

(6) 工作路线、交通工具及资金预算等。

2. 外业工作阶段

(1) 路线调查

根据调查区的自然和社会特点进行有关专业分区, 以最合适路线通过调查区的典型地段以了解调查区的有关专业信息, 具体工作为:

①调查线路的确定: 一般通过已掌握的资料及有关介绍, 特别是通过调查区的陆地卫星影像所获取的专业信息, 配合调查区所要求的制图比例尺的地形图, 进行初步的目视解译(可以是典型区域的, 也可以是路线的), 以初步确定路线调查的线路。

②在上述所确定线路的基础上按专业要求进一步确定一些主要的、关键性的专业工作点, 和一定专业点的专业观测, 为专业分类及其制图作基础。

③路线调查的成果

a. 要求绘成调查线路的专业断面图, 其制图比例尺可以根据工作需要而随意, 主要了解调查区所要调查的国土资源类型的分布规律。

b. 要求进一步明确调查区的卫星影像专业解译标志的重要特征, 并要注意其地物志的季相和区位的光谱变异特征等。

c. 初步确定调查区的国土资源类型的专业分类系统及其与制图比例尺相匹配的专业制图单位。

(2) 专业详测与制图: 是在上述路线调查的基础上, 有关专业人员分为专业组, 正式按制图比例尺和分区进行专业观测与专业外业制图, 具体工作是:

①选点:

——该点可以是原先在准备工作中所确定者, 也可以是在此次外业工作中, 因专业需要而进一步所确定而增加者。

——该点要求在其专业资源类型中有一定的代表性。

——该点要求具体的地形部位比较开阔,不但利于具体景观部位的观测,而且也易于对周边环境的观测。

——该点要求与其它工作观测点之间的距离适当,以求布点所要求的均匀性。

②定点:具体工作点位确定后,将该点的具体地点在工作底图(地形图或遥感影像)用测绘仪器(如罗盘仪或 GPS)测定下来,并标绘于底图上。

③专业点的专业观测:根据各种国土资源的专业外业调查要求而定,如土壤调查,则要求挖地面为 $0.5 \times 1.5\text{m}$,而深底为 $\geq 1.5\text{m}$ 的剖面观察坑,进行土壤外业观测、取土样等。草本植物资源调查则要在地面具有 $1 \times 1\text{m}$ 标准样方,清数其植物种类和计算其覆盖度,并要取一定数量的植物标本等。专业观测中均应按专业学科要求、运用有关专业术语进行描述,将一切观测结果详细记录于专业笔记本上。

④专业测图:在专业观测点观测完成,并确定其专业分类名称后,开始对该类型的区域分布边界结合专业观察、判断,并运用 GPS 进行拐点定位,以便专业制图。如果在一个地区内拐点较多或制图比例尺较大,则可用 DGPS (差分 GPS) 定位与测绘边界,比过去用小平板仪或罗盘仪等测边界快而简单。如图 2-1, 图 2-2 和图 2-3 所示。



图 2-1 基(准)站(a)与移动站(b)的仪器(聂华《数字地球》p149)

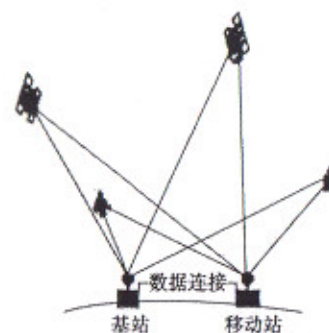


图 2-2 GPS 的测绘信息联系(聂华《数字地球》p149)

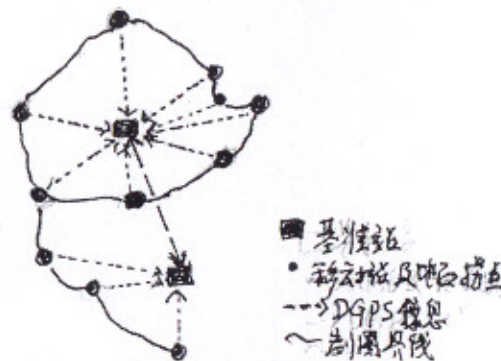


图 2-3 移动站沿需的图准的拐点移动而与其中心基点联测的轨迹示意图(林培)

基准站与移动站的 GPS 仪器可以是相同的,也可以是外形有差的异的,一般后者可能更轻便而为手持型。具体可教有关专业老师和参看有关 GPS 使用的测绘书籍。这也是将遥感(RS)、地理信息系统(QIS)与全球定位系统(GPS)三者联系起来进行地图测绘的三 S 技术。

将上述逐步确定的边界逐段同时地描绘于野外工作底图上,此图也称之为外业草图

⑤专业制图的图班边界精度要求：因国土资源类型较多，各专业制图及其比例尺不同，所以各有不同的精度要求，今以土壤外业制图为例：

——很明显，即其分布的地形、景观界线很明显，允许误差 $<2\text{mm}$ 。

——一般性明显，如界线为逐渐过渡，如其地形平坦，土壤、水文、土地利用等均为逐渐而明显地过渡者，则允许误差为 $2\sim 5\text{mm}$ 。

——不明显，要确定不明显的原因，如分析其地上、地下特征都为逐渐过渡者，则允许误差 $>5\text{mm}$ 。

⑥外业专业访问与专业照相记录：

3. 业内工作阶段

(1) 外业资料、图件与标本等专业整理。

(2) 专业的内业制图、清绘、复制等。

(3) 专业报告的编写、审查与成果汇编等。

第二节 国土资源评价过程

为了合理地开发利用国土资源，有效地治理与保护生态环境，使其可持续地利用，必须对国土资源进行科学评价。评价的过程也是深入认识所评价的国土资源过程。

一、国土资源评价的原则与评价的工作步骤

1. 评价的原则：各类国土资源的评价必须深入分析各类资源的组成要素，对生产和生态的供献率及限制性等影响而进行深入分析。在进行国土资源生产潜力评价的同时，必须加强对生态的评价，这是时代与科学认识上的进步，也是国土资源可持续利用的保证。

2. 评价的步骤

(1) 确定评价的工作目标，整理已有的资料和数据，拟定工作计划。

(2) 确定评价的地域范围。

(3) 确定评价资源的种类及其主体资源。

(4) 确定资源评价和衡量的各方面的指标。

(5) 各类资源的单项指标评价：按每一单项指标逐项评价其有关资源。

(6) 综合评价：在单项评价的基础上，对整个区域的国土资源进行综合评价，找出本区的优势资源及较差的资源，揭示资源开发的有利和不利方面，以有利于进行开发、生产与生态的有关决策与布局。

二、国土资源评价的指标体系

一般分为基础指标和开发利用评价指标两大类，以适应资源统计和各类评价的需求，具体见下表。

表 2-1 国土资源评价指标体系表

评价指标 资源名称	资源评价基础指标	开发利用评价指标
土地资源	土地总面积 (km^2)	垦殖指数： $\frac{\text{垦殖土地面积}}{\text{土地总面积}} \times 100\%$
	山地面积 (km^2)	
	平原盆地面积 (km^2)	复种指数： $\frac{\text{全年作物种植面积}}{\text{耕地总面积}} \times 100\%$
	水面面积 (不含海域) (km^2)	
	耕地面积 (ha 或亩) 林地面积 (ha 或亩) 草场面积 (ha 或亩)	森林覆盖率： $\frac{\text{林地面积}}{\text{土地总面积}} \times 100\%$
	人均土地面积 (亩/人)	地地利用面积类型及其面积 农业用地：粮食作物用地、经济作物用地等

评价指标 资源名称	资源评价基础指标	开发利用评价指标
	人均耕地 (亩/人) 人均林地 (亩/人) 人均草地等 (亩/人) 土壤类型及其面积 土地资源质量状况	林业用地: 用材林、经济林、防护林等 畜牧用地 水产养殖业用地 工矿交通用地 城镇居民用地
矿产资源	矿产资源品种总数 矿产探明储量 (t 或其他单位) 矿石平均品位 (% 或其他单位) 矿物物理化学特性 伴生、共生矿物和有害杂质含量 能源矿产探明储量与性状: 煤炭、石油、天然气、地热、核能矿产等 金属矿产矿种、储量与品位: 黑色金属: Fe、Mn、Cr 等 有色金属: Cu、Pb、Zn、Al、W 等 贵金属: Au、Ag、Pt 等 稀有金属: Ta、Nb、Li、Be 等 稀土金属: 钪族、钇族矿产等 分散元素矿产: Ge、Ga、Se、Te 等 化工原料非金属矿产: P、S、K 等 冶金辅助原料非金属矿产: 溶剂灰岩、白云岩等 建筑材料非金属矿产: 水泥灰岩、大理石等 特种非金属矿产: 金刚石、水晶等	优势矿产品种数 劣势矿产品种数 矿产保有储量 (t 或其他单位) 矿产可采储量 (t) 矿石工业品位 (% 或其他单位) 矿产工业储量 (t) 矿石埋藏深度 (m) 矿产地质位置、交通运输条件 矿山水文地质、工程地质条件 矿产年开采量 (t) 各能源矿产保有储量 可采储量 实际年生产能力 各种金属矿产保有储量 可采储量 年生产能力 各种非金属矿产保有储量 可采储量 年生产能力

评价指标 资源名称	资源评价基础指标	开发利用评价指标
水资源	水资源总量 (m ³) 地表水资源总量 (m ³) 地下水资源总量 (m ³) 人均占有水资源量 (m ³ /人) 亩均占有水资源流量 (m ³ /亩) 河川多年平均径流量 (m ³ /年) 河流总长度 (km) 江湖水面总面积 (ha 或亩) 水能理论蕴藏量 (kW) 人均水能拥有量 (kW/人) 水资源水质状况 水资源与水能资源时空分布规律	年耗水总量 (m ³) 工业耗水总量 (m ³) 农业耗水总量 (m ³) 城市生活耗水总量 (m ³) 地下水可采量 (m ³) 水库总库容和有效库容 (m ³) 水资源开发利用率 (%) 内河通航里程 (km) 可养殖水面面积 (ha 或亩) 可养殖水面开发利用程度 (%) 可开发水能蕴藏量 (kW) 水电站已装机容量、年发电量 (kW、度) 水能开发利用程度 (%)
气候资源	气候型 (大陆性气候、海洋性气候) 气候带 (热带、温带、暖温带……) 太阳辐射能总量 (4.18 × 10 ³ J) 太阳辐射通量密度 (4.18 × 10 ³ J/cm ²) 日照时数 (h) 多年平均积温 (°C) 无霜期 (d/a) 多年平均降水量 (mm) 多年平均风速 (m/s) 年风能总量 (kW) 气候资源时空分布特点	太阳能利用率 农作物光能利用率 ≥0°C 积温 (°C) ≥10°C 积温 (°C) 农作物一年风熟制 降水相对变率和保证率 (%) 可开发利用风能 (kW) 风能利用率 (%)
生物资源	动物资源种数 野生陆栖动物种数与性状 水生动物种数与性状 鸟类种数与性状 毛皮兽类和其他经济动物种类	全年水产总值 (万元) 全年渔获量 (10 ⁴ t) 野生动物毛皮产量 (万张)

评价指标 资源名称	资源评价基础指标	开发利用评价指标
	家禽家畜动物种数与性状 珍稀保护动物种数与性状 动物资源时空分布特点 植物资源种群数 森林植物资源情况 草原植物资源情况 粮食作物种类与性状 经济作物种数与性状 珍稀保护植物种数与性状 植物资源时空分布特点	畜牧业生产总值 (万元) 全年牲畜出栏数 (万头) 猪、牛、羊肉年总产量 (10^4t) 森林木材蓄 (m^3) 全年森林采伐量 (m^3) 造林面积 (万亩) 造林成活率 (%) 全年粮食作物总产量 (10^4t) 全年各类经济作物总产量 (10^4t)
海洋资源	领海与内海面积 (km^2) 海域专属经济区面积 (km^2) 大陆架面积 (km^2) 滩涂面积 (km^2 或亩) 海岸线总长度 (km) 海洋生物资源种数 主要经济鱼类情况 大陆架石油资源储量 (t) 天然气资源储量 (m^3) 其他矿产资源情况 海洋能源资源: 潮汐能、波浪能、温差能等理论蕴藏量	已开发利用的盐场面积 已勘探的大陆架面积 已利用的滩涂面积 已开发利用的港口数, 海洋运输业情况 全年海洋渔获量 (t) 海水养殖总产量 (t) 海洋石油总产量 (t) 天然气总产量 (m^3) 潮汐能可装机容量 (kW) 潮汐电站已装机容量 (kW) 海洋能源开发利用程度
旅游资源		已开发旅游点个数
	旅游资源类型 自然旅游资源 人文旅游资源 旅游区 (片) 数 旅游点个数 各旅游点性状、特征 客源数量	旅游接待设施情况 (如宾馆数、床位数等) 全年旅游总人数 旅游收入总额 资源密度 环境容量 (客入量、容时量) 景点布局和组合 资源地理位置、交通条件、自然环境条件

《国土资源学》P126。

三、国土资源评价指标的应用原则

1. 一般国土资源评价指标

一般国土资源评价指标是皆从其资源本身的组成要素出发而形成的指标和量化体系,但具体应用时必须与其特定需要及其应用的区域特点等相结合,并进行一些必要的修正、补充,这就是其一般性与其特殊的关系。

2. 国土资源大多为再生性资源

国土资源大多为再生性资源,它的组成及其生态环境都有一个随时间而发展的过程,在应用和开发过程中,不但要注意当前的发展情况,而且要预示着在开发和应用中的今后发展趋势。其中特别要注意生态系统中的生态主体的生物资源与生态环境的土地资源与水资源等的发展趋势与影响范围。

3. 国土资源是一个与人类社会紧密相关的资源群体

国土资源是一个与人类社会紧密相关的资源群体,它的现状和发展必定要受到社会多方面的影响与关注,因此必须加强法制观念,使其向可持续利用的社会保障方面发展。

第三节 国土资源各类自然资源评价

一、气候资源评价

众所周知,任何一个地区气候状况的好坏都是该区的重要生态环境指标和农业生产的重要条件,在气候因素中一般包括其光、热、水、气四个方面,因为空气资源在一般条件下变异量较小,除去某些特殊的空气污染和火灾危害的地区外,一般主要是考虑者为光、热、水三个方面。

1. 降水量评级

所谓水资源,主要为降水资源。在降水量与其自然植被和农业方面一般分为如下几级:

年降水量>900mm者第一级,水分资源丰富,植被为森林,种植业多为农田稻作,属湿润气候;400~900mm者为第二级……。具体可参考表2-2所示。

表2-2 一般年降水量分级与其自然景观和相应的农田管理的关系

降水量 分级	年降水量 (mm)	降水量 评价	年候类型	自然景观	农田管理
I	>900	丰富	湿润气候	森林	稻田农业
II	900~400	较丰富	半湿润气候	森林草原	旱作农业
III	400~200	欠丰富	半干旱气候	草原	旱作,产量不稳定
IV	<200	干旱	干旱气候	荒漠	绿洲农业

2. 热量评价

热量评价如表2-3所示。

表2-3 热量(≥0℃积温)分级

热量 公级	热量(≥0℃ 积温)℃	热量评价	气候类型	自然景观	种植业
I	>6000	热量资源丰富	中亚热带—热带	热带和亚热带森林	一年三熟
II	6000—4000	较丰富	暖温带—北亚热带	温带、北亚热带森林	一年两熟
III	4000—2500	欠丰富	中温带气候	温带草原	一年一熟
IV	<2500	不丰富	寒温带、高原温带、高原湿寒带	草地	牧业

3. 水、热、光资源年总量分级

水、热、光资源年总量分级如表2-4所示。

表2-4 水、热、光资源年总量分级

资源种类	质量分级			
	4(丰富)	3(较丰富)	2(欠丰富)	1(贫乏)
水(mm)	>900	400~900	200~400	<200
热(≥0℃积温)(℃)	>6000	4000~6000	2500~4000	<2500
光(10 ¹⁴ J/km ²)	>6000	5000~6000	4000~5000	<4000

资料来源:《国土资源学》,P153。

4. 气候资源生产力

气候资源的生产力是以单项气候资源及其组合类型来综合考虑,并结合一些区域性的气候观测资料与农业生产统计而采用生产力指数(相对数)来表示的。将气候资源丰富,质量最好的一级生产力定为1,其余各级质量级的指数大小,根据各自对生产力的贡献,结合各区域生产实际的统计,确定气候资源中各单项资源的生产力指数。参考表2-5所示。

表2-5 水、热、光单项资源生产力指数

资源种类	质量分级			
	4(丰富)	3(较丰富)	2(欠丰富)	1(贫乏)
水	1.0	0.6	0.3	<0.1
热	1.0	0.8	0.5	<0.4
光	1.0	0.9	0.8	0.7

资料来源:《国土资源学》,P154。

在单项气候资源生产力指数中,水资源生产力指数变化最大,从0.1以下到1.0;其次是热量资源,变化为0.4以下到1.0之间;光资源变化最小,为0.7~1.0。这与水、热、光资源对农作物和植物生育的影响力差异是相一致的,即水资源的影响力为最大。

二、水资源评价

包括地表水、地下水的评价和水资源的综合评价。

1. 地表水资源评价

(1) 水量: 水量大小是地表水位流量大小表示的最主要形式, 是一单位时间内流经某一测流断面(过水断面)的水量, 单位一般用 m^3/s 表示, 表示方式为:

$$W=QT (\text{m}^3/\text{s}) (\text{以某时段计}) \text{ 或}$$

$$W=Q \times 31.54 \times 10^6 (\text{m}^3/\text{s}) (\text{以年计})$$

式中: W 为河流径流总量; Q 为时段平均流量; T 为时间, 以 S 为单位。

因为绝对流量受多种因素影响而经常发生变化, 而且还不便于各河流之间加以比较而进行评价, 因此常采用有相对流量, 如下:

径流模数, 也叫径流率, 即在某一流域面积中, 平均每平方公里每秒流出的水量, 其公式为

$$M = \frac{Q \times 10^3}{A}$$

式中: M 为径流模数; Q 为流量, 以 m^3/s 计。

其他还有径流变率、径流深度与径流系数等不同科学含义与用途和水资源定量比较等的科学用语。

(2) 水质: 用于对生活饮用、工业供水与农业灌溉用水等的评价。

①感官性评价: 如水的颜色、味道、气味、透明度、混浊度等, 是水质遭受污染与否的直接指标。

②氧平衡评价: 即水中所溶解的有机物浓度, 一般用溶解氧(DO)、生物化学需氧量(BOD 简称生化需氧量)、化学需氧量(COD)、总有机碳(TOC)和总需氧量(TOD)等5个指标表示。

③毒物指标评价: 它主要是指水中的重金属和有机物的累积性毒物; 有机物, 一般无毒者如糖类、脂肪、蛋白质等, 有毒有机物多为石油化工和人工合成有机质; 重金属方面: 无毒或毒性较小者如铁、

锰、铜、锌等, 这些皆为人体必需的微量元素, 无毒, 危害较大者如汞、镉、铬, 这些都是积累性毒物, 对人体危害性较大。

(3) 水能。

①水能蕴藏量: 如落差、水量。

②水能开发条件: 如库容、坝基、水的含沙量等。

2. 地下水资源评价

(1) 水量: 静储量、调节储量、动储量、可开采储量。

(2) 水质: 地下水的物理性质、化学性质、可开采的条件。

3. 预期水资源供需评价

预期水资源供需评价主要根据区域的生产和建设发展, 人口增长及目前已有的开采情况, 预期一定时期内的供水情况, 全国共组成31个评价区, 在此基础上采取模糊数字评判, 可得某些综合评价结果, 各个地区也可作一些小型评价区, 对一些区域发展和新农村建设具有一定的基础参考性。

三、土地资源评价

土地资源评价, 是将土地作为某一具体用途时而对土地特性进行评估的过程, 它为土地税收、土地利用规划、土地管理和土地市场交易服务, 所以是土地资源利用过程中一个重要的环节。

1. 土地资源评价的原则

(1) 必须以一定的利用为前提。

(2) 多学科集合: 包括土地资源、地学、土壤、土地利用以及经济学科等。

(3) 可持续利用, 必须以其保证其生产和生态两大功能为前提。

(4) 要符合研究区的自然和社会经济条件。

2. 土地资源评价的工作程序

(1) 准备工作: 主要明确评价的目的、评价区的自然和社会经济状况, 组织工作人员队伍和制定工作计划。

(2) 中间阶段:

第一分段 (A): 主要是了解土地资源评价区的地域范围, 土地权属关系, 土地质量及各种用途对土地质量的要求, 最后得出各种土地利用对区域土地评价的要求。

第二分段 (B): 主要是将土地利用要求与土地评价单元的土地质量进行比较, 提出适宜性程度分级以及不适宜单元的解决途径。如图 2-4 所示。

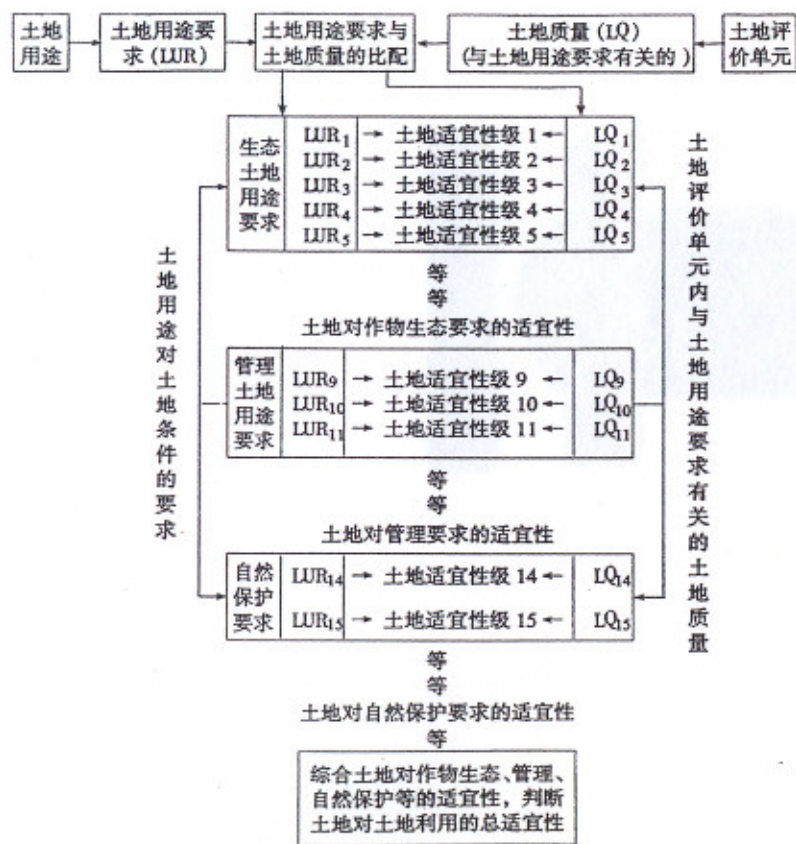


图 2-4 农业土地利用的土地用途要求与土地评价单元的有关土地质量比配程序

(3) 最后阶段: 提供评价图件及文字报告。

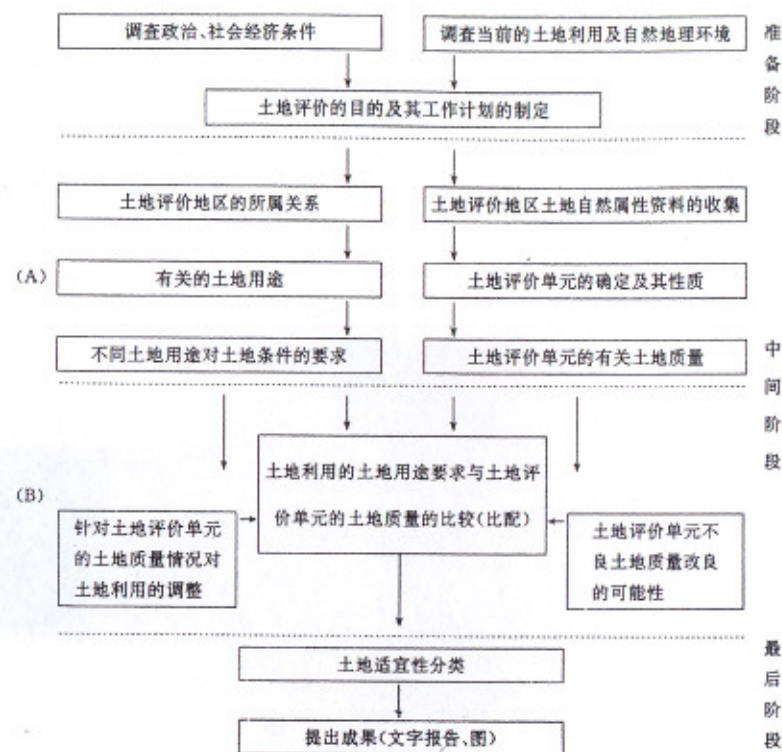


图 2-5 土地评价程序流程图

林培《土地资源学》p64

从上图即可看出, 可将土地资源评价分为三个工作阶段。

3. 土地资源评价类型

(1) 土地资源适宜性评价: 首先, 了解评价区土地利用对土地特性的要求, 具体可参考表 2-6 和表 2-7 所示。

表 2-6 旱作农业用地的一般土地用途要求及其类型

- A: 作物生长需求 (生态要求)
- A₁: 能量 (辐射、作物生长要求的光周期性)
- A₂: 温度 (总需求, 临界期要求)
- A₃: 水分
- A₄: 氧气状况
- A₅: 养分有效性
- A₆: 扎根条件
- A₇: 持根性和种子萌发条件
- A₈: 空气温度 (湿度)
- A₉: 影响成熟条件
- A₁₀: 气候灾害 (霜、暴风、冰雹)
- A₁₁: 可溶性盐分
- A₁₂: 土壤毒害
- A₁₃: 害虫及疾病
- A₁₄: 洪水
- B: 作物生长的管理要求
- B₁: 土壤耕性
- B₂: 机械化可能性
- B₃: 整地的难易
- B₄: 影响收获物储存和加工的条件
- B₅: 影响生产时间的条件
- B₆: 交通条件
- B₇: 经营管理的规模
- B₈: 位置
- B₉: 劳力
- B₁₀: 资金
- C: 自然保护要求
- C₁: 侵蚀控制
- C₂: 土地酸化、盐碱化、贫瘠化、沙化等的控制
- D: 土地改良要求
- D₁: 排水要求 (条件)
- D₂: 提高土壤肥力的肥料效应

引自 FAO, 旱作农业土地评价, 罗马, 1983。

其次是了解评价区土地资源质量特性现状, 具体可参考下表所提供的土地资源的不同的质量特征以供参考。

表 2-7 土地质量的种类及诊断标准

土地质量序号	土地质量	标准 (诊断标准)	单位
1	辐射状况 总辐射 日长	作物生长季节中的净短波辐射 作物生长季节中的平均日照时数 作物生长临界期的日长	mW/m ² h/天 h
2	温度状况	作物生长季节中的平均温度 作物生长季节中最冷月平均温度 作物生长季节中最热月平均温度	℃ ℃ ℃
3	水分有效性 总水量	作物生长期长短 作物生长期中的总降水量 作物生长期对蒸散量短缺	天 mm 比值
4	临界期旱情 干旱危险性	用水分平衡法计算的相对作物单位 作物生长的临界期相对蒸散不足 显著干旱的频率 干旱指示植物有否	比植 比值 %
5	根层氧气有效性 (排水条件)	土壤排水级别 根层水分饱和期 涝的指示植物有否	级别 天 —
6	养分有效性	含氮量 有效性磷 交换性钾 土壤反应 Fe ₂ O ₃ :粘土 易风化物全钾 易风化物全磷	% mg/kg meq/100g pH 比值 meq/100g meq/100g
7	养分保蓄能力	CEC 平均值 亚表层土的质地	meq/100g 级
8	扎根条件	土壤有效厚度 根穿透性级 石块和石子 容重	cm 级 % g/cms
9	种子萌发条件	萌发条件估计 侵蚀状况	级 级

土地质量序号	土地质量	标准 (诊断标准)	单位
10	空气湿度	在生长季中较早期的相对湿度	%
11	成熟期条件	连续不降雨天数 日照时数 温度	天 h ℃
12	洪灾 气候灾害性	生长季中洪水淹没的时间 毁灭性洪灾的频率 生长季中毁灭性霜冻 生长季中毁灭性暴风雨	天 级 — —
13	过量可溶性盐 盐化 碱化	表土和亚表土 Ele 总的可溶性盐 交换性钠的百分数	mΩ/cm % %
14	土壤毒害性 A1	铝的饱和性 土壤反应 (碳酸) 根据 CaCO ₃ 和 CaSO ₄ 含量	meq/100g pH %
15	害虫和疾病	害虫种类及其影响大小 疾病种类及其影响大小	
16	土壤耕性	表层质地 土壤适于耕作的天数	级别 天
17	机械化可能性	坡度	%
18	整地和清除植被难易	地形、地貌、植被杂乱程度与高低	
19	影响储存和加工条件	收获后的月平均相对湿度 表层土壤质地	% —
20	影响生产的时间	积温 开花和收获	度天 日期
21	道路通畅情况 (生产单元内)	坡度	度
22	经营的规模	经营的最小面积	hm ²
23	位置 现有的道路 可能的道路	距离交通要道的距离 可通行性指数	km —
24	侵蚀危险性	侵蚀模数 坡度 可见侵蚀程度	t/(hm ² ·年) % 级
25	土壤退化危险性	分散率 休闲时间	比值 %

第三,是将两者进行评价区有关土地资源图的图班进行匹配,根据土地适宜性分类与分级进行适宜性程度的分级。

S₁级:高度适宜,土地对一定用途及持续利用无限制性,或有较轻微限制。

S₂级:中度适宜,土地对一定用途及持续利用有中等程度限制性。

S₃级:勉强适宜,土地对一定用途有严重限制。

N₁级:暂时不适宜。

N₂级:永久性不适宜。

在 S₂、S₃ 下,还可进一步用字母表示其限制性因素,如 S_{2m}、S_{3e} 分别表示土壤水分 (m) 和土壤侵蚀 (e) 的危害性等,具体情况可根据评价地区特点而进行限制性因素的划分。

(2) 土地资源生产潜力评价:

根据土地资源的构成要素——气候、地形、水、土壤、植被等来计算影响其区域的土地资源生产潜力。

①区域的[气候生产潜力]=[光温生产潜力]×[降水修正]

②区域的[气候生产潜力]×[土壤生产潜力修正]×[地形生产潜力修正]=[区域土地自然生产潜力]

③[区域土地自然生产潜力]×[社会投入修正]=[社会现实生产力]

④社会投入:如田间管理——如种子、肥料、灌溉;田间工程——如土地平整、水土保持、灌溉工程。

最后可以得到区域的土地资源生产潜力及其提高潜力的途径与目标,而且在此基础上进行潜力评级并绘制成不同比例尺的专业地图。

4. 某些地形与土壤性状等的土地资源性状潜力评价

(1) 地形坡度分级与生产性评价:

<3° 极缓坡:适于农业利用,机械化耕作;

3° ~7° 缓坡:农田,一般可机械化耕作;

8° ~15° 中坡:可用于农业,但应采取工程性水土保持措施;

16° ~25° 微陡坡:可用于农业或林果业,但应有水土保持措施;

26°~35° 陡坡：易于重力侵蚀，不适于农业。

>35° 极陡坡：极易滑坡、崩塌、在其下不宜建高速公路及村镇等。

(2) 土粒颗粒分级及其质分类与其生产性能评价 (表 2-8 和表 2-9)。

表 2-8 土壤质地的有关农业利用性状

土壤粒 细名称	粒径 (mm)	物理性划分	农业生产性状
石块 砾石	>3 3~1	粗骨性	难以农用
粗砂	1~0.5		石砾大小与含量多少, 影响耕作
中砂	0.5~0.25		透性强、保水、保肥能力差
细砂	0.25~0.05	物理性砂粒	透水保肥力较强、干耕较难, 易起坷壤, 水耕后易淀浆板结
粗粉砂	0.05~0.01		适耕性短, 湿时泥泞, 干时坚硬
中粉砂	0.01~0.005		同上, 湿时粘农具, 透水性差, 易成涝灾; 干时收缩干裂, 保肥、持水力强
细粉砂	0.005~0.001	物理性粘粒	
粗粘粒	0.001~0.0005		
细粘粒	0.0005~0.0001		
胶粒	<0.0001		

林培《土壤普查与改土规划》

表 2-9 土壤质地及其土层排列对不同作物的适宜性

作物类型	土层质地排列					
	通体 沙质	通体 壤质	通体 粘质	蒙全型	厚腰 沙型	漏沙 (石)型
果树及木本作物	+	+++	-	+++	++	+
大粒谷物 (小麦、玉米)	-	+++	++	+++	++	-
小粒谷物 (谷子、高粱)	+	+++	++	+++	++	+
主根型及豆类作物	+	+++	++	+++	++	+
地下块根及块茎作物	+	+++	-	++	++	-
水稻及水生作物	-	+++	+++	+++	+	-
牧草类	+	+++	+++	+++	++	+

(3) 土体层次厚度及其评价, 如表 2-10 所示。

表 2-10 土体层次厚度评价参考表

土层厚度 (cm)	层次评价	可能的土地农用
<5~10	极薄层	难以农牧应用, 可能作临时天然放牧场
11~30	薄层	可用于轮牧场及耐旱的小粒谷物种植
31~50	薄中层	如地形允许可用于耐旱的大田作物种植
51~75	中层	可用于玉米、土豆、棉花的旱地种植
76~100	中厚层	可用于灌溉的旱作农业
101~200	厚层	可用于灌溉的稻田农业

四、生物资源评价

1. 森林资源的评价

(1) 林地面积: 是指林业用地面积中林木郁闭度达 0.4 以上林地 (包括天然林与人工林), 林木郁闭度 0.1~0.3 者称之为疏林地。<0.1 者为无林地。

(2) 森林覆盖率: $\text{森林覆盖率} = \frac{\text{有林地面积} + \text{灌木林面积}}{\text{土地总面积}} \times 100\%$,

覆盖率达 1/3 以上者方可显示森林系统对土地的保护作用, 当然在农田区因以农作的面积为主, 不适宜于此指标。

(3) 森林资源数量和质量: 主要指森林蓄积量和所产木林的品种及材积级别。

(4) 森林资源结构: 包括森林与其立地的生态关系, 森林内的树种、层次、年龄结构等。

(5) 森林资源分布与开发利用的条件。

2. 草场资源的评价

(1) 草场的生境条件: 包括气候、地貌、水源等生境因素。

(2) 草场植被条件: 草场植被盖度, 饲用植物组成、草群的品

质和产量等,具体可参考表 2-11 所示。

表 2-11 各类草场草群的变化规律

草场带	草群覆盖度 (%)	草层高度 (cm)	鲜草产量 (kg/亩)	草群组成 ($\omega_B\%$)			
				禾本科	豆科	杂类草	灌木及半灌木
森林草原	60~80	30~50	200~400	13.6	5.3	81.1	
干草原	35~50	20~40	100~200	67.9	1.1	21.1	9.9
荒漠、半荒漠草原	15~25	10~20 草本 3~5	25~100	31.8		12.4	55.8
荒漠	5~10	半灌木 0~25 灌木 40~70	15~50	1.0			99.0

《国土资源学》P148

(3) 草场的生产潜力。

载畜量与载畜能力:载畜量即草场上实际的家畜饲养量,载畜能力是指在草场中等程度利用下,全年放牧期内可容纳牲畜的最大定额,具体可参考表 2-12 所示。

表 2-12 草地载畜能力

草地类	草地面积 (万公顷)	草地有效面积 (万 hm^2)	单位面积草地载畜力 (羊单位/ hm^2)	理论载畜量 (万羊单位/年)
全 国	39283	33 180	1.30	44 892
温性草甸草原类	1 452	1 283	1.29	1 616
温性草原类	4 110	3 637	0.72	2445
温性荒漠草原类	1 892	1 705	0.40	613
高寒草甸草原类	687	601	0.36	170
高寒草原类	4 162	3 544	0.35	1 029
高寒荒漠草原类	957	775	0.20	127
温性草原化荒漠类	1 067	914	0.32	275

草地类	草地面积 (万公顷)	草地有效面积 (万 hm^2)	单位面积草地载畜力 (羊单位/ hm^2)	理论载畜量 (万羊单位/年)
温性荒漠类	4 506	3 060	0.25	727
高寒荒漠类	753	559	0.12	60
暖性草丛类	666	586	2.25	1 345
暖性灌丛类	1 161	978	2.02	2 124
热性草丛类	1 424	1 142	2.53	3 798
热性灌丛类	1 841	1 409	2.16	3942
低地草甸类	2 522	2 104	2.03	4054
温性山地草甸类	1 672	1 492	2.17	2981
高寒草甸类	6 372	5 884	1.19	6013
沼泽类	287	225	2.60	573
未划类型的零星草地及改良草地	3 752	3 202	3.44	13 000

注:草地有效面积指扣除草地范围内小块零星的裸地、农田、林地、道路、村庄、水域等非草地类后的草地面积。

《国土资源学》P150

(4) 草地营养:一般以草地牧草的抽穗、现蕾期的营养物质含量的高低作标准。

五、矿产资源评价

1. 地质评价

地质评价,即应用地质技术的方法,从地质矿藏本身的形成,分布规律与工业技术要求出发,研究其矿产资源远景与开发有关的各种要素(主要是矿床类型、储量、质量及其开采条件)。

(1) 矿床类型:不同的矿床类型,影响其采矿、选矿和冶金工业的冶炼方法与工艺流程,具体参考表 2-13 所示。

表 2-13 矿床类型及其对开发利用的影响 (以铁矿为例)

铁矿类型		主要矿石	品位 (%)	储量比 (%)	对开发利用的影响		
					采矿	选矿	冶炼
岩浆型	钛磁铁矿	钒钛磁铁矿、钛铁矿	14~34	7.6	地下开采	需采用特殊工艺流程	需采用特殊工艺流程。可炼特殊钢伴生有益元素, 可综合利用
	含磷灰石磁铁矿		>60			品位较富, 一般不需选矿	因矿石含磷量较高, 需在托马氏炉中冶炼
接触交代型 (砂卡岩型)		磁铁矿、赤铁矿	20~70	2.4	地下开采	品位较富, 一般不需选矿	因矿石含硫量较高, 需在碱性平炉中冶炼
热液型		磁铁矿、赤铁矿		0.5	地下开采	品位较富, 一般不需选矿	因矿石含硫量较高, 需在碱性平炉中冶炼
风化壳型 (残余)		褐铁矿、其他铁的氢氧化物		3.2	露天开采		
沉积型	陆相	赤铁矿、含水赤铁矿、土状褐铁矿等	20~50	19.4		需选矿	
	海相	鲕状赤铁矿、肾状赤铁矿、鱼面状褐铁矿、菱铁矿			一般进行地下开采, 在适当条件下可露天开采	需选矿	
变质岩型		磁铁矿、赤铁矿、假象赤铁矿	一般品位为 14~40, 富矿为 60 左右, 也有高达 70 的	60	一般进行地下开采, 在适当条件下可露天开采, 多为大型矿	需选矿	
未分				6.9			

《国土资源学》P135

(2) 矿产储量: 矿产储量是经过地质勘探手段, 以查明埋藏于地下的资源数量。由于勘探的程度不同, 矿产储量一般分以下几种 (表 2-14)。

表 2-14 矿石储量分类、分级

分类	分级	用途	储量	矿体产状和构造	矿石质量和技术加工性质	开采条件及水文地质条件
开采储量	A ₁	可作为编制矿山开采计划的依据	已详细圈定	已查明	已充分研究	已详细查明
设计储量	A ₂	可作为矿山企业设计和投资的依据	已相应圈定	大致查明	已详细研究	已查明
	B		已相应圈定	基本查明	已试验和研究	基本查明
	C ₁		同上, 或由 B 级向外推算的储量	基本查明	有概括了解	初步了解
远景储量	C ₂	可作为编制地质勘探设计的依据	由 C ₁ 级向外推算的储量	—	—	—
地质储量	根据区域地质测量、矿床分布规律或根据地质构造单元, 结合已知矿产地的成矿条件所预测的储量, 只能作为地质普查找矿之用					

《国土资源学》P136

(3) 矿石质量: 包括矿石的自然类型, 矿石的品位、矿石的加工技术特性, 矿石的综合利用等。

(4) 矿床开采条件。

(5) 矿区自然经济条件。

2. 经济评价

主要是在地质评价的基础上, 进一步从经济方面全面分析有关要素, 包括自然与社会经济有关方面, 一般考虑: ①年开采能力 (即年生产力); ②投资要求; ③所需成本; ④价值; ⑤利润。

六、海洋资源评价

海洋资源评价主要按其资源类型分别进行评价。包括:

1. 港口资源评价

主要考虑港口的港址条件、港口的年吞吐量、港口泊位,港口区自然岸线总长度等。

2. 海洋鱼类资源评价

主要考虑鱼类的数量及其变动量,鱼群的洄游类型及其规律洄游等。

3. 渔场条件

渔场条件包括海区位置、海底地形和底质,以及渔港和渔业基地条件等。

七、旅游资源评价

旅游是一种新型开发的时代性产业,对国家与地区经济发展与人民生活等方面都具有重要意义。

1. 旅游资源评价的内容体系

(1) 旅游资源的系列要素评价:包括旅游资源的密度,旅游资源容量,旅游资源的特色,旅游资源的价值功能,旅游资源的地域组合特点等。

(2) 旅游资源开发条件评价:区位条件、环境因素、客源条件、地区经济发展水平、建设施工条件等。

(3) 旅游资源的效益评估。

2. 旅游资源的评价方法

(1) 定性评价方法

① 旅游资源本身方面:采用六大标准:即美、古、名、特、奇、用。

② 旅游资源所处的环境:采用季节、污染、联系、可进入性、基础结构、社会经济环境和市场等七大标准。

(2) 定量评价方法:一般有层次公析法和指数法。

第三章 国土资源的开发利用, 保护与可持续发展

第一节 国土资源分布规律与组合特点

一、国土资源的形成与其地域分异

国土资源和地球表面的一切事物一样都有其形成、发展与演化过程,正如以上第一章所述的八大类型所述那样,其成因类型可分为地理性、地质性和经济人文性等三大类,这就可以从其发生学特征来认识其基本特征,为其合理利用,生态保护及其可持续利用打下其方法论基础。

1. 地理性国土资源

地理性国土资源,即它的形成主要受有关的地理性因素的影响,如气候资源、水资源、生物资源和土地资源等,因此在其有关性状及其分布特征也受其地理因素的支配。

我国国土面积中,其陆地面积为 960km^2 ,海域面积为 473万 km^2 ,组成了我国辽阔的疆域。从其最北端的黑龙江漠河附近的北纬 $53^\circ 31'$ 到最南端的南沙群岛的曾母暗沙的南纬 $4^\circ 15'$,南北的纬距为 $49^\circ 16'$,由于太阳入射角的不同与变异而呈不同的纬度地带性。按温度差异,从南向北可分为赤道热带、热带、边缘热带、南亚热带、中亚热带、北亚热带、暖带和寒温带等。但我国的主要陆地面积是在南亚热带至寒温带之间,98%的疆土位于北纬 $20^\circ \sim 50^\circ$ 之间和中纬度地位,所以具有较为优越的光热资源及其生产潜力。

经度方面,大体西起新疆喀什经西的帕米尔高原东缘,其东经