

绪 论

环境是人类生存、繁衍所必需的物质条件的综合体，资源是指环境中能被人类直接利用，并带来物质财富的各种要素的总和。资源的合理利用和良好生态环境的保持，构成了人类社会可持续发展的基础。

一、资源开发利用与人类社会发展

资源与人类的关系十分密切，资源的逐步开发利用促进了人类社会发展。人类社会发展水平又决定了人类从环境中索取的资源种类、数量和范围。原始社会时期，人类利用的资源是用简单旧石器工具获取的野生动植物。以后，随着农牧业的兴起和引水灌溉，土地和水才成为资源。自然资源的种类、范围和价值，均随着人类社会的发展而不断增加，见表 1。工业革命之后，随着经济技术水平的提高，资源得到了广泛的开发和全面的利用。

地球上人类的出现对自然界产生了深刻影响，在这种影响下，几十亿年来一直是自发演变的自然界，开始进入“自为”发展的新阶段。由于原始人类社会受各种条件限制，人口数量长期处于一个很低的水平上，人类对生存环境的影响很

表 1 人类社会发展的不同阶段对资源的利用状况

年 代	资源利用阶段	资源利用的特征
旧石器时代（始于距今 300 多万年前）	原始人类采集和狩猎	以采集和狩猎方式获取动植物资源用于食物
新石器时代晚期（距今 1.5 万年左右）	栽培和驯化动植物	捕猎动物，进行驯化和饲养，靠天养畜；选择适应性较强的植物进行种植，土地的利用方式为撂荒式耕种
青铜、铁器时代（奴隶社会）	全面开发利用农业自然资源	农、林、牧、副、渔业资源的全面开发，兴修水利工程，发展灌溉技术；开始植树，发展种植园；开发森林资源，用于建筑；土地利用方式为农田基本固定，轮歇耕种方式；畜牧业已成规模
奴隶社会到封建社会的过渡时期	资源深入开发和传统农业奠基	铁农具和畜力应用；大型水利工程（如都江堰和郑国渠等）出现；多粪肥田、精耕细作和轮作制的出现；保护资源意识的萌发，初步产生农业生产要因因地制宜、合理布局的思想

续表 1

年 代	资源利用阶段	资源利用的特征
封建社会时期	传统农业的发展, 资源利用的深入	大规模屯垦和大范围水利工程建设; 耕作制度的完善, 包括干旱条件下的耕作栽培技术和轮作复种技术的采用; 作物和家畜优良品种的引进; 多种土地利用方式如圩田、梯田、涂田、架田、沙田等的出现; 稻麦两熟制等多熟制的采用, 连作、间作与套种的推广, 土地利用率高; 种植油料和纤维植物
工业革命以后	现代农业的发展, 从掠夺性资源经营到协调发展的探索	小农经济的手工方式向近代科学技术应用的方式过渡, 经验农学向实验农学的过渡, 小商品生产到大商品生产的过渡; 农业自然资源开发的速度加快, 以高度集中、高度专业化、高劳动生产率为重要标志的集约化农业(石油农业)的出现; 资源的滥用与破坏 资源状况的恶化 生态平衡的破坏 开始对资源持续利用、生产持续发展和人与自然协调道路的探索

小。从距今 1 万年开始至 19 世纪的工业革命时期, 从原始农业到传统农业的大发展, 以及由此带来的生存条件的改善和生产水平的提高, 世界人口开始增加, 从 5 000 万到 1650 年的 5 亿, 再到 1850 年的 10 亿。但是在当时的生产条件下, 人类对自然环境并没有形成多大的压力。工业革命之后, 生产力的解放导致人口增加速度明显加快, 到 1930 年, 世界人口比 1850 年翻了一番, 达到 20 亿。1930 年后的 70 年内, 世界人口进一步增加到 60 亿。人口的高速增长, 已经激化了人与自然的矛盾。据预测, 到 21 世纪末世界人口将达 100 亿, 因此现在与将来在一个很长的时期内, 人口、资源与环境问题始终成为世界的最突出矛盾。

二、我国资源的特征与利用现状

1. 我国资源的总体特征

我国是一个资源大国, 但同时也是一个资源短缺的国家, 资源的总体特征主要表现在:

(1) 资源总量大, 种类齐全。中国的主要自然资源的总量均居世界前列。土地面积占世界有人居住土地总面积的 7.2%, 次于俄罗斯和加拿大, 居世界第三位。耕地和园地面积占世界的 7.0%, 次于俄罗斯、美国、印度, 居世界第四位。草地占世界的 7.8%, 仅次于澳大利亚, 居世界第二位。森林和林地面积占世界的 3.4%, 次于俄罗斯、巴西、加拿大和美国, 居世界第五位。河川径流总量占世界的 5.6%, 次于巴西、俄罗斯、加拿大、美国和印度尼西亚, 居世界第六位。可开发的水力资源居世界第一位。矿产资源丰富, 种类繁多, 其总值次于俄罗斯和美国, 居世界第三位。我国主要自然资源的总丰度, 仅次于俄罗斯和美国, 居世界

第三位。

中国物种资源种类繁多，农产品种类多、数量大。全国现有种子植物 32 800 余种，次于马来西亚和巴西，居世界第三位。在众多的生物物种中，许多种类为中国所特有。中国粮食总产和牲畜总头数均居世界第一位，许多单项产品如棉花、烟叶、油菜籽、蚕茧、猪肉等也居世界首位。

(2) 人均资源量低，生存空间狭小。我国人口众多，人均资源占有量低，是资源相对紧缺的国家，见表 2。中国人均国土面积 0.8 hm^2 为世界人均 2.77 hm^2 的 29%，而且国土面积的 2/3 是山地和丘陵。干旱和半干旱地区约占国土面积的 1/2，因此，东半部湿润和半湿润地区集中了全国人口的 90%，平均每平方公里 225 人，特别是在沿海和平原地区，人口密度更大，生存空间狭小。

表 2 我国各类资源的人均量与世界平均水平的比较

资源种类	人均量	占世界人均量的比例 (%)
耕地	0.11 hm^2	32.3
草地	0.33 hm^2	50.8
森林	0.1 hm^2	14.3
森林蓄积量	8.36 m^3	12.2
水资源	$2\,300 \text{ m}^3$	28.1
矿产资源	1.19 万美元	79.9

资料来源：中国自然资源丛书编撰委员会中国自然资源丛书（综合卷），中国环境科学出版社，1995；中国 21 世纪议程，中国环境科学出版社，1994。

在各类自然资源中，中国人均耕地面积太少与淡水供应不足，已成为约束性的两个稀缺资源。随着人口数量的增加，我国人均资源的占有量还会进一步下降。如果人口继续增加到 15 亿，在土地荒漠化得到有效控制和降水量基本不变的前提下，人均耕地面积将下降至 0.088 hm^2 ，人均水资源下降至 $1\,800 \text{ m}^3$ 。人口多、耕地少、供水不足是中国的基本国情。

(3) 资源质量相差悬殊，低劣资源比重偏大。中国的耕地资源中，基本无限制因素的土地约占 40%，而有各种限制因素（水土流失、风沙、盐碱、洪涝灾害、干旱等）的土地和中低产田占 60%。草地资源主要分布在西半部的干旱、半干旱地区和高寒地区，质量普遍较差，中下等草地占 87%。林地质量虽然较好，一等有林地占 65%，但部分林地质量较差，而且林地中中幼龄林比重大。中国的矿产资源一般表现为富矿少、贫矿多，综合组分多，单一整装矿少。例如，磷矿中品位大于 30% (P_2O_5) 的富矿仅占全国磷矿总储量的 7.1%，小于 12% (P_2O_5) 的贫矿占 19%。此外，中国矿产一般埋藏较深，可供露天开采的大型和巨型矿产极少。

(4) 资源时空分布不平衡。受成因和地理分异规律的制约，资源具有区域性分布的特征。中国各类资源分布上的差异及其组合特点，很大程度上影响资源的开发利用。中国南方水资源丰富，水资源总量占全国 81%，但耕地只占全国耕地面积 35.9%，而且能源资源普遍短缺。北方地区耕地资源占全国耕地总面积 64.1%，但水资源仅占全国水资源总量 19%。在北方的华北地区，耕地资源占全国耕地总面积 38.5%，水资源仅占 7.5%。降水在时间分布上也不平衡，我国北方地区的降水主要集中在夏季，春季干旱严重，在降水集中的季节，易发生洪涝灾害。

(5) 资源开发强度大，后备资源不足。由于人口多，中国的各类资源在经济技术所能及的范围内都得到了开发利用，后备资源明显不足。目前已基本没有适宜开发种植农作物的后备土地资源，宜农耕地处于“饱和”和“过饱和”状态。这是因为在黄土高原、风沙地带和西南山区，在不适宜农作的陡坡地种植作物，造成水土流失。草地资源面临着超载放牧、土地沙化的危险。森林资源面临采大于育、采育失调的问题。华北平原对地下水的超量开采，已经导致“大漏斗”的发生。

2. 我国资源开发状况与利用中的主要问题

建国以来，国家投入了大量的人力、物力和财力，调查各类自然资源的数量和质量，开发土、水和水域、森林、草地和各种矿产资源，并在治理大江大湖等方面都取得了巨大的成就。经过近 50 年普查、详查等调查工作，已基本摸清了矿产、土地、森林、草地和水资源等的家底。对水土资源的开发，包括水资源开发和水利建设、开垦耕地、人工林建设、水产开发等，保证了农业的稳定发展。矿产资源的开发，促进了能源和原材料工业的发展。中国在资源开发利用方面取得很大成绩的同时，也出现了一些问题，主要包括：

(1) 资源利用率低，浪费严重。中国长期以来走的是一条资源消耗型的经济发展道路，资源的利用率和回收率低。例如，中国工业的能源利用率和资源回收率均约为 30%，大大低于发达国家 50% 的水平。工农业用水浪费严重，农田灌溉水的有效利用率为 25%~40%，工业用水的重复用水率只有 20%~30% 而发达国家一般达到 70%。中国木材的综合利用率为 60%，而国外发达国家达到 80%。中国粮食在产后环节中损失和浪费达 15%，大大超过了联合国粮农组织提出的 5% 的粮食产后损失标准。

(2) 粗放经营，生产率低。在农业和森林生产中均存在着重用轻养、粗放经营的现象。例如，我国平均森林的年生长量为每公顷 85 m³，低于世界平均水平。在农业生产中，相当多的地区仍然是广种薄收，经营粗放。草地资源的利用中，也存在着经营粗放、生产力水平低的问题，每公顷草地的产肉量仅为世界平均水平

的 1/3。

(3) 资源数量减少，退化严重。中国耕地总量下降严重。根据《中国 21 世纪议程》，1994 年前的 10 年间，全国净减耕地平均每年减少 36 万 hm^2 。而且土地质量下降严重。导致土地质量下降的主要原因是土地荒漠化。按照 1997 年的统计，中国荒漠化土地的总面积为 262.2 万 hm^2 ，每年发生荒漠化的土地面积为 2 460 hm^2 。中国土地荒漠化的主要表现是干旱、半干旱地区的沙漠化和长江及黄河上游的水土流失。到 1990 年，全国水土流失的面积已达 180 多万平方公里。在森林资源的利用方面，多年来一直是过量采伐，重采轻育，近年来森林面积尽管有所增加，但森林蓄积量持续减少。由过度放牧导致的草地退化严重，质量下降。

(4) 环境污染严重，资源质量降低。工业“三废”排放和农用化学物质的大量使用，对土地和水体造成严重污染。受污染的农田面积已达 2 000 万 hm^2 。50% 的地表水体不符合渔业水质标准，20%~30% 的地表水体超过农田灌溉水质标准。酸雨污染的面积已占国土总面积的 40% 受大气污染危害的农田为 666.7 万 hm^2 。农业环境的污染不仅降低资源的质量，而且污染物会进入食物链，危害人类健康。

三、人类面临的主要环境问题

数千年来，人类为了追求更加美好的生活，加速改造自然，从而大大地改变了世界。在物质文明发展的同时，人与环境的关系也由和谐发展到矛盾的显著激化。特别是进入 20 世纪以来，各种严重的区域性、全球性环境问题相继出现。这不仅表现在地球上人满为患，资源短缺，同时还表现为各种自然和环境灾害频繁发生，危害人类的安全、生产和生活。更为可怕的是各种有毒、有害物质随着空气、水体、土壤和食物链进入人体，危害着人类的健康。目前人类面临的全球性主要环境问题包括：

1. 人口问题

人口问题的突出表现是数量增加。公元前 5000 年，世界人口为 2 000 万人，公元元年时达到 1.68 亿人，1850 年为 11.7 亿人，1950 年 25.13 亿人，1987 年 7 月 11 日为世界 50 亿人口日，1999 年 10 月 12 日为 60 亿人口日。作为世界人口大国的中国，公元元年为 5 959 万人，1840 年为 4.128 亿人，1949 年为 5.417 亿人，1995 年 2 月 15 日为中国 12 亿人口日，1998 年中国人口达 12.481 亿人，人口密度为 $130 \text{人} \cdot \text{km}^{-2}$ ，是世界人口密度的 3 倍多。

资源数量有限，人口的增加必然导致人均资源占有量下降。然而，随着生活水平的提高，人均资源的消耗量逐步增加，资源紧缺的矛盾将更加激化。

2. 全球变暖趋势与大气中温室气体的增加

全球变暖是指地球表面平均温度和地表平均气温的升高。全球变暖的趋势最

初由西方科学家基于世界各地大量气象台站的观测资料，于 20 世纪 80 年代中期提出的。这种变暖是指地球环境总体而言，实际上温度的变化在全球各地和不同季节表现不同。一般表现为冬季增温高，夏季增温低。就地区而言，北方增温大，南方增温小。亚洲的大部分地区增温小于 $0.5\sim 1^{\circ}\text{C}$ 。有些地区可能不变或降温 如我国南部的副热带地区，温度却降低了 $0.5\sim 1^{\circ}\text{C}$ 。

全球变暖给人类带来的影响是有利的，也有不利的方面。全球变暖带来的气候变迁使得某些地区不再适宜人类居住，也可能产生新的适宜人类居住的地区。某些地区的农牧业产量会下降，但可能使另一部分地区农牧业产量增加。

全球变暖的原因有自然因素，也有人为因素，其中人为因素主要是温室气体排放量的增加。大气层具有类似温室的作用。大气中的一些气体组分如水汽、二氧化碳、甲烷、一氧化二氮和氟氯烃物质等具有对辐射选择性吸收的特征。它们对于太阳的短波辐射是近似透明的，但能够部分吸收地球向外发射的长波辐射，吸收的热量用于大气和地表面的再加热，这种作用被称为大气温室效应，在大气温室效应的作用下，地球表面具有适宜各种生物生存的温度。但是，如果温室效应被增强的话，就可能引发全球变暖过程。能够产生温室效应的这类气体称为温室气体。尽管大气中这类气体的比例很低，但作用十分显著。

工业革命以后，大气中二氧化碳的浓度由 $280\text{ ml}\cdot\text{m}^{-3}$ 增加到 1991 年的 $355\text{ ml}\cdot\text{m}^{-3}$ 增长 25%。甲烷和一氧化二氮的年增长率分别为 0.9%和 0.25%，氟氯烃物质的年增长率为 4%。导致二氧化碳排放量增加的原因主要是化石燃料的燃烧、毁林和生物物质的燃烧。甲烷、一氧化二氮的排放均与人类活动，包括农业生产活动有密切关系。

3. 土地利用问题

自从人类诞生以来，土地就成为人类赖以生存的基础。然而长期以来，特别是近代以来，人类对土地的不合理利用导致一系列问题的产生，如森林锐减和生物物种灭绝、土地荒漠化、水资源短缺等。

人类干扰活动之前，全球大约有森林面积 60 亿 hm^2 ，到 1954 年减少到 40 亿 hm^2 以后也有大幅度减少。近 30 年来，世界森林，特别是热带森林减少的速度明显加快，平均每年减少 800 万 hm^2 。世界森林的不断减少，直接导致水土流失、荒漠化和生物物种的灭绝。据估计，世界上曾有约 5 亿个物种，目前尚存的为 500 万~1 000 万个。

土地荒漠化是一种在人为、自然双重因素作用下的土地质量退化和有效经济用地数量减少的过程。按照 1994 年《联合国关于在发生严重干旱和 / 或荒漠化国家特别是在非洲防治荒漠化的公约》中的土地荒漠化定义是指“包括各种气候变异和人类活动在内的种种因素造成的干旱、半干旱和亚湿润干旱地区的土地退

化”。土地退化“是指由于使用土地或由于一种营力或数种营力结合致使干旱、半干旱和亚湿润干旱地区雨浇地、水浇地或草原、牧场、森林和林地的生物或经济生产力和复杂性下降或丧失”。土地退化包括风蚀和水蚀致使土壤物质的流失，土壤物理、化学和生物特性或经济特性退化，以及自然植被的长期丧失。此外，联合国亚太经社理事会结合亚太地区的情况做了补充，认为荒漠化应当包括湿润半湿润地区，由于人为活动引起向着类似荒漠景观的环境变化过程。通常所说的土地荒漠化是指土地生产力下降 25% 以上。严重荒漠化和极端荒漠化是指土地生产力降低 25%~50%，甚至 50% 以上。根据联合国环境规划署初步估计，荒漠化威胁着地球上 4 800 万 km² 的土地，约占地球陆地面积的 1/3。我国荒漠化土地的总面积为 262.2 万 km²，占国土总面积的 27.3%。其中沙漠化土地面积 37.1 万 hm²。导致土地荒漠化产生的原因除了气候因素外，主要是人为的过度放牧、森林植被破坏、土地的不合理利用、土壤污染等。

4. 水资源问题

工农业和生活用水的大量增加，使得地球上的水资源问题也日趋严重。20 世纪以来，世界用水量大幅度增加，年用水量由 1900 年的 4 000 亿 m³ 到 1975 年的 30 000 亿 m³，增长 36.5 倍，预计 2000 年全球淡水用量可达 60 000 亿 m³。由于水量分布的不平衡，许多地区淡水资源缺乏，目前世界上缺水的国家和地区约有 43 个，占全球陆地面积的 60%，约 20 亿人用水紧张。但是，在水资源短缺的情况下，有限的水源仍在遭受严重污染。

此外，人类面临的全球性环境问题还包括自然灾害发生的频度增加。据统计，1990~1992 年，灾害发生的频度是在此之前 25 年的 3.2 倍，受伤和死亡人数分别增加 5.2 倍和 6.9 倍。

四、实行可持续发展战略是必然选择

资源的开发利用在促进经济和社会的发展、改善人类生活质量的同时，也带来了一些严重问题，主要表现在资源的不断耗竭和生态环境的日趋恶化。《中国环境保护 21 世纪议程》指出：“长期以来，中国主要沿用以大量消耗资源和粗放经营为特征的传统发展战略，重发展速度和数量，轻发展效益和质量；重外延扩大再生产，轻内涵扩大再生产；对自然资源重开发轻保护。这种发展战略违背经济和自然规律，造成环境污染和生态破坏，成为制约经济、社会发展的重要因素。”“从现实和国情出发，中国必须坚持环境与经济协调发展，走可持续发展的道路。”

可持续发展的目标是发展，关键是可持续性。可持续性经济和社会发展目标确定为满足人的基本需要，尤其是先考虑摆脱贫困。但是，发展要以生物圈的承受能力为限度，通过技术进步和管理对发展进行协调和制约，以求得与生态环境

保护相适应。可持续发展的基础是资源与环境。可持续发展的实质，就是协调好人口、资源、环境与发展之间的关系，为子孙后代开创一个能够可持续发展的基础。

资源的可持续利用、人口的可持续发展和保持良好的生态环境是实现经济和社会可持续发展的基本保证。保证资源的可持续利用，首先需要有效地控制人口增长，提高人口质量。对可耗竭资源，在不同时期应合理配置有限的资源，并尽可能地使用再生性资源替代耗竭性资源。对再生性资源，要确定资源的最佳收获期和最大可持续收获量，或通过控制使用率和收获率，实现最大可持续收获量。对各种污染源，要通过科学与技术进步、资源的高效利用、推广清洁生产和进行环境监测等进行有效的污染控制，保证生态环境安全。

实行可持续发展战略，要求资源与环境科学在研究资源的发生、演化规律及时空规律性，人类社会发展与资源和环境的关系和发展规律，人类活动对资源与环境的影响基础上，探讨资源的优化配置和合理使用，保持良好生态环境的途径，以实现资源的可持续利用以及经济和社会的可持续发展。

五、增强全民的资源与环境意识

在发达国家，合理利用资源、保护生态环境已经成为全民的共识和自觉行动。在我国实行可持续发展战略将是一项长期的任务，也需要全民参与。为此，必须增强全民的资源与环境意识，从战略的高度提高对资源与环境问题重要性和迫切性的认识，牢固树立可持续发展的思想，并将其渗透到各项研究和实际工作中。面对日益严重的资源与环境方面的问题，对农业院校的学生来说，增强资源与环境意识尤为重要。这是因为农业是国民经济的基础，农业生产对各类资源包括土地、水、生物、气候和矿产资源的依赖性极大，资源浪费也十分严重，提高资源利用效率的潜力也很大。而且农业资源的不合理利用和农业废弃物的增加带来的环境问题比较严重，突出表现在面源污染程度的加重。而工业的发展，特别是乡镇工业林立导致点源污染范围日益扩大。所有这些，已经对农业生产和人们的生活带来了严重影响，对农业的可持续发展构成严重威胁。

基于上述原因，我们编写了《资源与环境概论》，并作为教材供农业院校各有关专业的学生使用。本书以资源的合理利用、环境的协调发展和农业的可持续性为主线，将资源科学与环境科学的各有关方面有机地联系在一起，系统地介绍资源与环境科学的基本理论和知识、我国农业资源及其利用的现状、农业与环境的关系、资源与环境的发展趋势与对策，阐述农业可持续发展的意义与可持续发展模式。通过学习，使大家能够以可持续发展战略为指导思想，以便在今后的学习与工作中，结合各自专业本身的理论、知识和技能，综合利用生物、工程、农艺等技术措施，寻求实现农业资源的优化配置和高效利用、保证资源利用的可持续

性并控制环境污染的途径。为了学好本课程，需要有化学、生物学、地质学等学科的基本理论与基础知识。

参 考 文 献

- 【1】中国自然资源丛书编撰委员会．中国自然资源丛书（综合卷）．北京：中国环境科学出版社，1995
- 【2】中国 21 世纪议程——中国 21 世纪人口、环境与发展白皮书．北京：中国环境科学出版社，1994
- 【3】国家环保局．中国环境保护 21 世纪议程，北京：中国环境科学出版社，1995
- 【4】温刚，严中伟，叶笃正．全球环境变化——我国未来（20~50 年）生存环境变化趋势的预测及研究．长沙：湖南科学技术出版社，1997
- 【5】黄文秀等．农业自然资源．北京：科学出版社，1998
- 【6】延军平，黄春长，陈瑛．跨世纪全球环境问题及行为对策．科学出版社，1999

第一章 资源科学总论

资源科学是研究资源的形成、演化、质量特征与时空规律性及其与人类社会之间相互关系的一门综合性学科，其目的是为了更好地开发、利用、保护和管理资源，协调资源与人口、环境和发展之间的关系，促使资源系统和人类与资源的关系，有利于人类社会与经济的可持续发展。

第一节 资源的概念、分类体系和属性

一、资源的概念

作为资源科学研究对象的资源是人类生存与发展的基础，具有客观的实在性。资源的概念源于经济学，首先是作为生产实践的物质基础提出的。如《辞海》将资源定义为：“资源是资财的来源”马克思曾指出：“劳动力和土地是形成财富的两个原始要素，是一切财富的源泉”，恩格斯也曾指出：“其实劳动和自然界一起才是一切财富的源泉，自然界为劳动提供一切材料，劳动把材料变为财富”。因此，资源至少包括自然资源和劳动力资源两个要素。

能带来资财的物质和非物质的要素对人的生存与发展而言，是对人类生产和生活有用的材料，这些材料包括人为的和天然的，前者包括一切社会、经济、技术因素以及信息等，后者则包括土地、水、生物等自然物。从这个意义上讲，一切对人类生产和生活有用的物质和社会要素都是资源。

但自然界存在的自然物及人的创造物是否能够为人类所用，能给人类带来财富，取决于技术水平、经济条件和人的需求。古时的洪水猛兽不仅没有给古人带来财富，相反，洪水常常冲毁家园，猛兽会伤人。随着科学技术的进步，人类通过修筑水库等水利设施将洪水蓄积之后用于发电或干旱时灌溉，也可将猛兽转化为观赏动物，或者作为基因库和生态系统的一个重要组成部分，为人类所用，成为资源。在人类社会的发展过程中，特别是近代经济、技术水平的发展以及人的需求不断提高，人类还通过大量的投入，将原始的自然景观或古人的遗迹（产）辟为休身旅游之地，使之成为旅游资源。可见自然物或人为的东西可否作为资源，为人类生产和生活所用不是绝对的，取决于科学技术与经济水平和人的需求，是随

时间而变化的。从上述分析可见，自然物质是客观存在的，只是在人类社会的发展过程中人类才逐步认识到其价值，同时也创造了实现它们价值的技术，从而使之成为创造人类社会财富的源泉——资源。

简而言之，资源是指在一定的技术经济条件下，现实或可预见的将来能作为人类生产和生活所需要的一切物质的和非物质的要素，这是广义的资源概念。从这一概念不难看出，资源是动态的，它依赖于人的成就和行为而相应地扩大或缩小，不能同人类需要和能力相分离，是一个可变的历史范畴，随着社会生产力和科学技术水平的变化而变化。随着社会发展和科技的进步，资源的内涵与外延不断深化和扩大，资源科学研究也将日益发展壮大，并逐步成为人类文明发展、支撑可持续发展研究的一方重要基石。

资源的狭义概念仅指自然资源。联合国环境规划署对自然资源的定义为：“在一定的时间、地点条件下能够产生经济价值的、以提高人类当前和将来福利的自然环境因素和条件的综合”。本书讨论的资源基本上属于狭义资源的范畴，而且限于其中与农业关系密切的部分。

二、资源的分类体系

资源类型划分通常是按照资源的形成原因，把资源分为自然资源和社会经济资源 见图 1-1。前者是指在一定的技术经济条件下，能作为人类生产和生活所用的一切自然物质和自然能量的总和，而后者则是作为人类生产和生活所用的人力（人口、智力、体力等）和劳动成果的总和。自然资源还可以根据它们所特有的可更新性、耗竭性、重复使用性等做进一步的划分。图 1-1 中的再生性资源主要是指各种生物及生物与非生物因素组成的生态系统。再生性资源在正确的管理和维护下，可以不断更新和利用，反之，再生性资源就会退化、解体并有耗竭之忧。非再生性资源中一些非耗竭性金属如黄金、铂等可以重复利用，而另一些非再生性资源如石油、煤炭、天然气等，当它们作为能源利用时，从物质不灭观点看，地球上的元素数量虽没有改变，但它们的物质形式和位置都发生了变化。自然界中还存在一些资源，在目前的生产条件和技术水平下，不会在利用过程中导致明显的消耗，即非耗竭性资源。有人又将非耗竭性资源分为恒定性资源和易误用或污染的资源两大类，前者是指太阳能、潮汐能、风能等；后者是指地表水、大气、自然风光等。

从狭义的资源概念出发，人们常常根据资源的属性差异将自然资源分为土地资源、气候资源、生物资源、水资源、海洋资源、矿产资源、能源资源、旅游资源等。

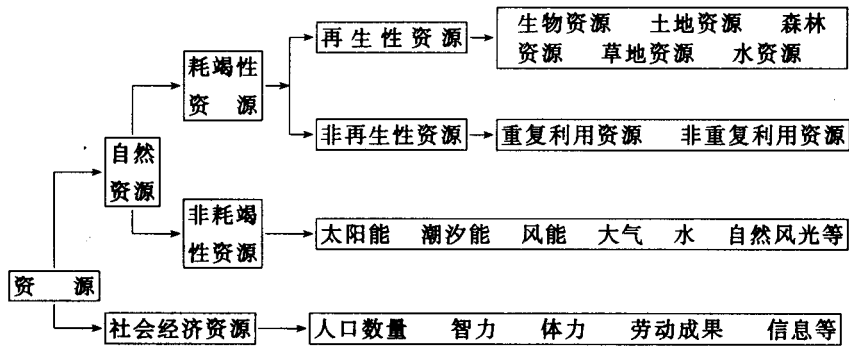


图 1-1 资源的分类体系

三、自然资源的基本属性

1. 资源在空间上的共生性与整体性

在自然界，气候资源、水资源、生物资源、土地资源、矿产资源等是相互联系、相互制约的一个整体，它们在垂直空间上是共生的。在地球大陆的任意位置，土地资源、矿产资源、水资源、生物资源、气候资源等自然资源有机地组合在一起，彼此间不断地进行物质和能量的交换。人们对某一类资源的合理利用或破坏，都会对其它资源产生有利或不利的影 响。如某一特定地区森林生物资源的采伐、草原放牧，就可能造成水土流失与土地沙化等。因此，资源的存在与发展表现出明显的整体性。如果脱离对资源的整体性考虑，只顾及某一特定资源合理利用与保护是难以达到目的的。资源的共生性与整体性决定了对资源合理利用管理的综合性。农业生产中是对全部农业资源的利用，既是对土地资源、水资源、生物资源、气候资源的同时利用，各类农业资源对农业生产具有同等重要性。可以断言，单一农业自然资源的农业利用不存在。农业生产是一类生物生产，由于土地利用的排他性，所以农地作为农业生产的同时不能作为非生物生产所用。由于这一原因，常常出现资源整体性与资源管理立法的单一性之间的矛盾。

2. 资源分布的地域性

资源的分布，具有一定的空间范围和分布规律，表现出明显的地域性。气候资源、水资源、生物资源和土地资源的地域性分布规律主要受地带性因素的影响，但同时也受非地带性因素的制约；矿产资源包括化石能源等的地域性分布规律主要受非地带性因素的制约。此外，资源开发利用的社会经济条件和技术工艺水平也具有地区发展的不均衡性，使社会经济资源也表现出一定的区域性特征。由于资源分布的区域性特征，就要求资源的调查、评价，特别是对资源的保护与开发

利用要做到因地制宜。

3. 资源的相对有限性与绝对无限性

时间、空间和运动是无限的，物质与能量也是无限的，但在具体的时间与空间范围内，就人与资源的关系而言，资源又是有限的。从哲学观点出发，自然资源是相对有限性与绝对无限性的辩证统一。沿人类历史长河溯源，可以看到，人类不断繁衍，持续消耗更多的资源，而探明的资源储量则不断增加，尤其是新的资源种类不断涌现，这显然应归功于社会发展与科技进步的无限性。资源特别是自然资源的绝对无限性是人类无限生存下去和社会无限发展、进步的重要条件。而资源的有限性则为经济、合理地利用资源，有效地保护和管理资源提供了依据。

4. 资源的多宜性

无论是单项自然资源，还是复合性的资源，都具有多功能、多用途和多效益的特征。诸如土地资源可以用于农业、林业、牧业、渔业、建筑业、交通运输业等；一条河流既是农业灌溉水源，又可作为电力部门的动力源，还可以是交通部门的运输线，当然可以作为工业的水源以及旅游用地等；森林资源的多功能性、多宜性更为明显。自然资源的多宜性，带来了资源利用的复杂性。显然，不是所有资源的多宜性功能都具有同等重要的意义。因此，在资源开发、区域规划和地区发展战略研究时，就需全面权衡利弊，特别是面对社会多种需求、资源广泛利用时，资源的多宜性功能抉择就更显得重要。

5. 资源系统的全球性

资源的全球性可以说是资源系统的地域性与整体性在全球尺度上的具体体现。首先，全球自然资源是一个整体系统，一个国家或地区的资源利用后果往往会超过其主权范围而波及世界其他地区；其次，全球资源分布的地域性与不平衡性，导致了全球区域性的资源短缺与优势互补问题出现；再次，有些资源是全球性共享资源，诸如公海中的自然资源、南极和北极的资源，以及界河、多国流域和迁移性资源等。因此，在研究资源开发时，除了要立足本国外，也要放眼世界，了解国际上资源的供需状况及发展前景，需要有资源开发利用的国际合作。

6. 资源利用的层次性

资源的开发利用具有明显的层次性特征。以生物资源为例，开发利用的可以是一种植物的有用化学成分或植物体的部分，也可以是物种、种群到生态系统。在空间范围上，对资源的开发可以是一个地块、一个小的自然区域（如小流域等）或经济区域，也可以是一个生态系统或大的经济区等。因此，应根据资源开发所处的水平和等级，采取相应的对策。

第二节 资源科学的研究内容、方法与发展趋势

资源科学的研究对象是资源。资源主要存在于地球的物质圈层（大气圈、水圈、生物圈、岩石圈等）的交接部位。资源的发生与演变规律、资源各要素之间的相互关系受各种自然和人为因素的影响和制约。资源的这种特征就决定了资源科学是一门自然科学各个分支学科之间，自然科学、社会科学与工程技术科学之间相互交叉、综合的学科。因此，资源科学的研究内容和研究方法具有复杂性和多样性的特征。

一、资源科学的研究内容

在 20 世纪的 60 年代之前，资源科学的研究内容侧重于各项单项资源、特别是单项自然资源的研究。·尽管在 20 世纪 20~30 年代已有关于自然资源的整体概念，但把资源作为整体的综合性研究则是在 20 世纪 70 年代之后才得到重视。作为一门自然科学、社会科学与工程技术科学相结合的综合学科，资源科学不仅研究人类与资源之间、不同种类的资源之间、资源与环境之间的相互作用、相互促进、相互制约的对立统一关系，揭示社会经济发展与资源、环境保护之间协调发展的基本规律；而且研究资源的形成环境、资源化过程及资源的时空规律性，探讨资源的再度利用与替代途径；还研究资源开发、利用中的物质循环与能量流动规律，探索它们对人类活动的影响与作用机理等。资源科学的理论基础包括能量转化与守恒定律、物质循环原理、地域分异规律原理、因地制宜原理、自然节律原理、生态平衡原理、系统论原理、价值规律原理等。资源科学的主要研究内容包括：

(1) 资源的发生、演化规律及时空规律性。这是一项基础性工作，强调资源的整体功能。在人类改造自然的过程中，为使资源向有利于人类的方向发展，就必须了解资源的变化过程，包括资源属性、资源结构的形式与演化机理等。

(2) 资源各要素之间、各类资源之间的相互作用机制与平衡机理。例如，水资源各要素之间，要探讨地表水与地下水的相互转换机制与平衡机理；资源利用中，要研究光、温、水等气候要素之间的平衡等。还有在研究资源类别之间的相互作用机制与平衡原理时，所探讨的资源利用中水、土地资源之间的平衡；研究区域内农、林、牧用地平衡与草、畜平衡等。

(3) 资源特征及其与人类社会发展的关系。研究资源对社会经济发展的保证程度与潜力，核心是人口、资源、环境与发展的关系。具体研究包括资源开发利用与环境的关系，即资源开发与再生、污染物排放与环境容量的关系等；从资源

的数量与质量评价入手，分析人口与资源间的相互关系特别是平衡关系，即社会对资源的需求与资源供给的关系，探讨资源可持续利用途径等。

(4) 人类活动对资源的影响。人类自诞生起，就开始了自然资源的开发利用，特别是在当今科技发展较快、经济增长迅速、人口不断增加的条件下，人口以及人类活动对自然资源的压力越来越大，人类活动已成为影响资源的一个重要营力，人类活动开发利用资源的失误会严重危及资源的稳定性。因此，深入开展人类活动对资源的影响研究已经成为资源科学研究的一项重要内容。

(5) 区域资源开发与经济发展之间的关系。资源是以一定的质和量分布在一定的区域的，资源科学研究离不开具体的时间与空间尺度。探讨区域资源的种类构成、质量特征与经济发展的关系，将区域资源优势转变为经济优势，寻求资源互补，解决区域性资源短缺问题都是区域资源研究的内容。

(6) 新技术、新方法在资源科学研究与资源开发利用中的实践与应用。自 1972 年第一颗人造资源卫星发射以来，航天、航空遥感技术已成功地成为资源科学研究的一个重要手段。此外，计算机技术的发展，应用计算机技术又促进了资源数据库与资源信息系统的建立；自动化制图与系统分析方法得到了广泛的应用。所以，研究新技术、新方法在资源科学研究与资源开发利用中的应用又成为资源科学研究的一项重要内容。

二、资源科学的研究方法

资源科学的研究方法，随着时代发展而不断的丰富。以土地资源的研究为例，在 20 世纪 30 年代美国为防止土地退化（水土流失），开展了土地潜力评价，并由此创立了广为应用的土地潜力评价方法；20 世纪 50 年代以后，由于计算机技术和信息科学等的发展，诱发了为土地资源利用管理决策服务的土地信息系统研究，也由此形成了研究土地资源问题的土地信息系统技术；进入 20 世纪 70 年代以后，由于遥感技术的出现，使过去传统的认识土地资源的土地资源调查方法得到了极大的改进，从而在土地资源调查领域内节省了大量的人力、财力，并使遥感技术成了土地资源调查中的一种基本方法等。

1. 资源科学研究中的哲学方法

资源研究的研究方法的基础是哲学方法，这是资源科学的高度综合性和复杂性所决定的。资源问题涉及到人口及其发展、自然环境、科学技术、经济等诸多方面的因素，直接关系到经济与社会的进一步发展。要客观地处理资源这一与社会经济发展紧密相关的复杂系统问题，因此哲学中的唯物辩证法就成为资源科学研究的基础方法。这一哲学方法在资源问题研究方面的具体应用包括：

(1) 实证法。实证法的目标是要反映“客观性”，旨在寻求事物及事物之间的

相互关系、发展过程及内部规律的客观表达。在资源科学领域内该方法主要用于探讨所研究的资源与人之间的相互关系及其随时间的变化和空间上的分异规律，也可用于资源的质量、数量或资源利用在时间和空间上的变化等。

(2) 形式法。形式法的目标是表达“直观性”，是用一些制图语言、数学语言等消除由于概念不严格，外延不明确引起的混乱，是对实证法和规范法的补充。在资源科学领域内，该方法用于表达资源分布规律的调查技术，资源开发利用的数学模型建立等。

2. 资源研究中的综合性技术方法

(1) 综合集成方法。资源问题中不确定性、任一性、随机性以及不可控性的因素太多，并且相互作用和影响关系十分复杂，而且在这样一个复杂巨系统中的“人”，又是最为活跃、最具有主观能动性，对资源的开发、利用、保护的活动的最有目的性的重要因素。为了认识 and 解决开放的复杂巨系统问题，根据具体情况和目标要求，将定性分析与定量分析、科学理论与经验知识以及专家学者与决策人员等相结合，把行之有效的现代科学方法、手段或技术等，科学地和合理地有机结合起来，以使开放的复杂巨系统发挥出全新的系统功能，并能满意地处理实际问题的一种崭新方法。

综合集成方法在资源研究领域的有效应用能在较全面、较深入和广泛的定性研究和分析基础上，确定整体的框架并有一个总体的把握。从而可进行定量的分析，求得社会效益、经济效益和环境效益三统一的资源利用方向和结构的多种方案，做出将资源配置到不断发展变化的国民经济各部门的决策，其目标是使资源与人之间的矛盾关系趋向和谐，社会经济能够可持续地得到发展。

(2) 比较法。比较法是对彼此有联系的事物加以对照，从而确定它们相同与相异的思维方法。由于目的不同，在资源研究领域内所采用的具体比较方法也不同。归纳起来，主要的比较法种类有：纵向比较与横向比较；择同比较与择异比较；定性比较与定量比较；静态比较与动态比较；直接比较与间接比较；此外，依比较事物的范围差异，还有单项比较与综合比较、微观比较与宏观比较等。应当强调的是，以上所介绍的比较方法在具体的资源研究工作中，往往是交叉使用的。

(3) 信息系统技术。信息系统是一个根据一定的目的收集信息数据（资料），通过信息技术对数据进行加工处理、分析解释，最后输出适用的，并满足一定目的的系统。这一方法主要由连续的信息采集方法、信息贮存整理方法、信息加工分析方法和信息输出方法。它是以信息论、系统论、计算机技术、数据库技术、应用数学方法等多种理论与技术支持下的现代技术集合体。信息系统技术在过去的

20年内在资源科学领域内应用十分广泛，所建立的系统有土地资源信息系统、

气候资源信息系统、矿产资源信息系统等。

3. 资源学研究中的专门化技术

(1) 调查法。资源调查是对所研究事物的实际考察方法，是一种传统的研究方法。在资源科学研究中该方法主要用于资源调查。调查的形式多样，主要有：实地考察、访问、收集资料、建立实验或监测站点和遥感调查等。

(2) 区划法。由于自然环境各要素具有地域分异规律，资源分布具有明显的地域特征，资源区划就是为揭示这些客观存在而对区域进行的逐级划分，即在区域上划分资源类型。资源区划一般要在资源分类基础上进行。所谓资源分类是按照资源类型的相似形和差异性程度逐级进行归并和类群归并。无论是资源分类或者是资源区划，均需按照一定的原则和等级系统，选取一定的指标体系进行自上而下的划分。资源分类和资源区划有单项和综合两类。常用的方法有归纳法、聚类分析方法、主因子分析方法和最优分割法等。

(3) 评价法。资源评价是从人类利用的角度，在一定用途条件下，对事物进行质量好坏鉴定或分等定级的方法。评价法的一般做法是，先确定评价工作的目标，并整理已有的资料数据。然后，根据当地社会经济状况及经济发展的要求，拟定资源利用方案。在对每种资源特性与质量进行深入调查的基础上，并根据所收集资料，对资源按照优劣程度划分等级。比较划分结果与利用上的要求，判断两者是否相宜，以确定有无改变利用方式的必要。同时还要对各种利用方式进行经济与社会效益和环境影响方面的分析。最后，对评价划分的各等级资源的利用方式进行规划。

(4) 规划法。资源规划是根据需要与可能及未来发展的目标要求，对事物利用的各种方案进行优化的过程，以使各种资源的利用达到经济、社会、环境效益综合最优的结果。这一方法在资源科学领域内主要用于资源开发利用的规划。

(5) 预测法。资源预测是对资源系统的演化或变化趋势作出符合客观规律的预测与判断，从而使人类能够有意识地进行控制和管理。资源预测多采用模型预测的方法，包括：在大量实验基础上建立机制模型的方法；根据数理统计学原理，在大量数据资料的基础上建立回归模型的方法；以及根据系统动力学原理，利用数学、物理方法研制建立系统类模型（线性系统预测模型、非线性系统预测模型、灰色系统预测模型等）的方法。

(6) 决策法。资源决策是对资源利用方式的选择和确定过程，涉及到资源开发方案的选择、开发时序的确定、区域开发、产业结构、经济结构、生态环境保护、人口发展等一系列对策。是一种应用性极强的一种研究方法。常用的决策方法有风险决策、专家系统等。