

中学生环境教育

高中一年级 下册



目 录

第 2 章 保护自然：可持续发展与环境保护（下）	（ 1 ）
三、资源和社会发展	（ 1 ）
（一）土地资源	（ 3 ）
（二）水资源	（ 8 ）
（三）能源资源	（ 11 ）
（四）矿产资源	（ 28 ）
（五）海洋资源	（ 29 ）
（六）森林资源	（ 34 ）
（七）人口问题	（ 39 ）
四、自然资源与人口	（ 56 ）
（一）环境的人口容量	（ 56 ）
（二）人口与土地	（ 57 ）
（三）人口与水资源	（ 61 ）
（四）人口与能源	（ 66 ）
参考文献	（ 75 ）



第2章 保护自然：可持续发展与环境保护（下）

三、资源和社会发展

资源是一个国家或一个地区内拥有的物力、财力、人力等物质要素的总称。资源可以分为自然资源和社会资源两大类。自然资源包括阳光、空气、水、土地、森林、草原、动物、矿藏等，社会资源包括人力资源、信息资源，以及人类创造的物质财富等。

1970年联合国有关文献中提出：“人在其自然环境中发现的各种成分，如矿物、植物、动物、地形、水、空气、土壤和化石等，只要能以任何方式为人类提供效益的，都属于自然资源。”

知识链接

资源的含义

资源有广义和狭义之分：广义是指在一定的时空条件下，能够产生经济价值，提高人类当前和未来福利的自然环境因素的总称；狭义是指自然界中可以直接在生产生活中被人类利用的自然物。世界上一切能被人类用作生产资料和生活资料的物质，包括人类在生产生活中排放的废弃物，经过一定的处理后能够回收利用的物质，都可以称为资源。

自然资源 and 自然环境

自然资源不同于自然环境，但二者又有联系，自然资源是指自然环境中一切能够为人所利用的自然要素；自然环境要素包括土地、气候、水、岩石、空气、矿物、生物等，



在一定的历史时期和社会科学技术、经济条件下,有的能为人类所利用,有的不能或暂时不能为人类所利用。凡是能为人类所利用的环境要素,称为自然资源;现在不能利用,预计将来能利用的,可称为潜在资源;现在不能,将来也难以利用的,则称为环境要素,而不能称为资源。绝大部分自然资源,既有物质利用功能,又有环境功能,因此对自然资源的开发利用,必然要影响环境。自然资源的任何变化,都有可能引起环境的变化,而自然环境的变化也必然会影响自然资源的状况。所以对自然资源的开发利用,一定要和保护环境相结合,这才是可持续发展观。

自然资源是一个动态概念

自然资源的内涵随着社会科学技术 and 经济条件的发展而不断扩大和加深。在人类出现的早期,由于科学技术的落后,人类可利用的自然资源是十分有限的,除了能维持人类生命的动植物外,仅有作为工具的石头、树木等。随着人类社会的发展,可以作为资源的范围不断扩大,栽培的植物和饲养的动物、矿产资源、用于灌溉和饮用的水、各种矿石燃料、各种金属、各种化学物质以及放射性元素、海洋、大气以及宇宙空间都成为人类可以利用的资源。因此,从一定的历史阶段来说,自然资源是有限的,但从自然界发展的历史长河来说,自然资源又是无限的,旧的资源衰竭了,又会有新的资源来取代。某些物质在当前可能是无法利用的废弃物,但随着科学技术的发展,在未来很可能是一种新的资源,如在原子能科学技术没有发展的时候,铀-235是一种有害的放射性元素,但随着可控核裂变技术的发展,铀-235成为一种重要的核燃料。现在许多作为污染物的废弃物,实际上很有可能是可利用的资源,要真正充分利用好自然资源,就必须提高科学技术和管理水平。

自然资源是组成地球的环境要素,又是人类生存和社会发展必需的物质基础。世界上各个国家所处的地理条件和拥有的自然资源状况对其社会发展都具有重要影响。从人类发展的历史来看,古代文明的发源地,如希腊、印度和中国等,都是依山傍水、自然资源较为丰富的地区;有史以来人类的多次战争,也往往是由于争夺资源而引起的。

我国是一个幅员辽阔、物产丰富的国家,不仅有茂密的山林、广阔的草原,还有富饶的平原、奔腾的江河,以及种类繁多、数量较大的地下矿产物质和可开发能源等,可以说是地大物博、资源富饶。然而,我国又是一个世界上人口最多的发展中国家,无论是哪种能源、资源,用13亿人口来分,人均占有量就非常低了。比如,从总量上看,我国的耕地、草原、淡水、森林等资源总量都位居世界前列,但人均占有量却分别只有世界人均占



有水平的2/5、1/3、1/4、1/8。又如，我国许多矿产物质和可开发能源的总量名列世界前茅，有些甚至是世界第一，但人均占有量同样非常低，大都低于世界平均水平，如目前我国人均石油占有量仅为世界平均水平的1/10左右。

随着人类社会的发展和水平的提高，排放的废弃物的种类和数量日益增多。各类建筑垃圾、工业废渣、生活垃圾的处置不仅消耗了宝贵的自然资源，而且严重污染了地球环境。因此，如何通过一定的科学方法和技术处理，通过回收—改造—再生—利用进行资源再生，成为摆在人类面前的一个重要课题，也是保持可持续发展的一个重要方面。

“人类寻求经济发展及享用自然界丰富的资源，必须符合资源有限的事实及生态系统的支持能力，还必须考虑子孙后代的需要。”

（一）土地资源

1. 土地和土地资源

联合国粮农组织（FAO）编写的《土地评价纲要》中对土地的定义是“土地包含地球特定地域表面及其以上和以下的大气、土壤及基础地质、水文和植被。它还包含这一地域范围内过去和目前人类活动的种种结果，以及动物对目前和未来人类利用土地所施加的重要影响。”土地是指地球表面的一个特定区域，是由气候、地貌、岩石、土壤、水文、植被等自然资源组成的自然综合体和过去与现在生产劳动的产物，是自然、经济、历史的一个综合体。

土地的特定区域是一个立体空间，其水平范围包括陆地、内陆水域、滩涂和岛屿，垂直范围取决于土地利用的空间范围。

土地资源是指土地总量中，在现在和可预见的将来，能为人们所利用，在一定的条件下能够产生经济价值的土地。

陆地仅占整个地球表面积的29%，因此土地资源尤其是人类可利用的土地资源是有限的，受气候的影响，地球上1/4的土地因为气温太低不能种植农作物，只能用于林业，地球上只有34%的土地有充足和可靠的降水供农作物生长，仅仅只有1%的土地有灌溉用水。地球上只有64%的土地有合适的地形可用于作物种植。土地资源可以反复使用和永续利用，并可随着人类劳动的投入，不断发挥它的效能，但是人类对土地的不合理利用，会使土地的性状发生变化，甚至破坏土地资源，从而使土地的利用价值降低，如水土流失、土地污染、土地盐渍化、荒漠化等。土地是重要的生命支持系统，是人类活动的重要场所，是人类生存和经济社会发展的重要基础；土地是最基本的自然资源，也是大部分其他自然资源赖以存在的基础；土地是不可替代的生产要素，它能生长草木和粮食，是农



业的基本生产资料，是矿物质的储存场所，也是野生动物和家畜等的栖息所。因此，土地资源的合理利用与保护就成了各种资源保护的**中心**。

土地不同于土壤，土壤是指陆地地表具有肥力并能生长植物的疏松表层物质，它是在地球表面岩石的风化过程和土壤母质的成土过程的综合作用下形成的。土壤是土地的组成要素。

地壳中各类岩石在长期风化过程中，逐渐破碎成大小不等的颗粒，同时改变了原来的化学组成和性质，形成了矿物碎屑（即土壤母质），产生某些特性，如透水性、保水性、通气性，并含有少量可溶性矿物元素等，这些特性是岩石所不具备的。这时所形成的土壤母质，因不含氮素，不具备绿色植物生长所必需的肥力条件，所以并不等于土壤；但在土壤母质中，某些微生物特别是固氮微生物可以繁殖，为土壤母质积累一定的氮素养料，继而开始出现绿色植物。在绿色植物生命活动过程中，从土壤母质中选择吸收大量的营养元素以供自己生长，死亡后其残骸留于土壤母质中，经微生物活动作用，一部分形成高分子腐殖质，一部分分解为简单的可溶性养分元素，为下一代植物生长提供所需，这一过程使土壤母质不断增加和积累有机体的分解产物及营养元素，使土壤母质逐渐具备肥力，这样土壤母质才逐步变为土壤。使土壤母质发展肥力，从而转变成土壤的过程就叫作成土作用，而有机质的合成与分解是成土作用的实质。

2. 土地的分类

根据土地利用现状，我国把土地分为 12 个一级类型，57 个二级类型。

(1) 耕地。种植农作物的土地，包括熟地，新开发、复垦、整理地，休闲地（含轮歇地、轮作地）；以种植农作物（含蔬菜）为主，间有零星果树、桑树或其他树木的土地；平均每年能保证收获一季的已垦滩地和海涂。耕地中包括南方宽度小 1.0 米、北方宽度小于 0.2 米固定的沟、渠、路和地坎（埂）；临时种植药材、草皮、花卉、苗木等的耕地，以及其他临时改变用途的耕地。下分 3 个二级类型，分别为水田、水浇地、旱地。

(2) 园地。种植以采集果、叶为主，集约经营的多年生木本和草本作物，覆盖度大于 50% 或每亩株数大于合理株数 70% 的土地。包括用于育苗的土地。下分 3 个二级类型，分别为果园、茶园和其他园地。

(3) 林地。生长乔木、竹类、灌木的土地，以及沿海生长红树林的土地。包括迹地，不包括居民点内部的绿化林木用地，铁路、公路征地范围内的林木，以及河流、沟渠的护堤林。下分 3 个二级类型，分别为有林地、灌木林地和其他林地。

(4) 草地。生长草本植物为主的土地。下分 3 个类型，分别为天然牧草地、人工牧草地和其他草地。



(5) 商服用地。主要用于商业、服务业的土地。下分4个二级类型，分别为批发零售用地、住宿餐饮用地、商务金融用地和其他商服用地。

(6) 工矿仓储用地。主要用于工业生产、物资存放场所的土地。下分3个二级类型，分别为工业用地、采矿用地和仓储用地。

(7) 住宅用地。主要用于人们生活居住的房基地及其附属设施的土地。下分2个二级类型，分别为城镇住宅用地和农村宅基地。

(8) 公共管理与公共服务用地。主要用于机关团体、新闻出版、科教文卫、风景名胜、公共设施等的土地。下分8个二级类型，分别为机关团体用地、新闻出版用地、科教用地、医卫慈善用地、文体娱乐用地、公共设施用地、公园与绿地和风景名胜设施用地。

(9) 特殊用地。主要用于军事设施、涉外、宗教、监教、殡葬等的土地。下分5个二级类型，分别为军事设施用地、使领馆用地、监教场所用地、宗教用地和殡葬用地。

(10) 交通运输用地。主要用于运输通行的地面线路、场站等的土地。包括民用机场、港口、码头、地面运输管道和各种道路用地。下分7个二级类型，分别为铁路用地、公路用地、街巷用地、农村道路、机场用地、港码头用地和管道运输用地。

(11) 水域及水利设施用地。主要指陆地水域、海涂、沟渠、水工建筑物等用地。不包括滞洪区和已垦滩涂中的耕地、园地、林地、居民点、道路等用地。下分9个二级类型，分别为河流水面、湖泊水面、水库水面、坑塘水面、沿海滩涂、内陆滩涂、沟渠、水工建筑用地、冰川及永久积雪。

(12) 其他土地。指上述地类以外的其他类型的土地。下分7个二级类型，分别为空闲地、设施农用地、田坎、盐碱地、沼泽地、沙地和裸地。

《中华人民共和国土地管理法》指出：十分珍惜、合理利用土地和切实保护耕地是我国的基本国策；严格限制农用地转为建设用地，控制建设用地总量，对耕地实行特殊保护；耕地是土地资源保护的重点。

3. 我国的土地资源

我国的土地资源状况是：65%的国土面积是山地和丘陵；33%的国土面积是干旱地区或荒漠地区；70%的国土面积深受季风气候的影响；55%的国土面积不适于人类生活和生产；35%的国土面积经受土壤侵蚀和沙漠化的影响；30%的耕地面积属于pH小于5的酸性土壤；20%的耕地面积存在不同程度的盐渍化或次生盐渍化；17%的国土面积构成了世界屋脊。

我国土地资源的基本特点：

(1) 土地总量大，人均面积小。我国陆地面积960万平方千米，占世界陆地面积的



6.6%，仅次于俄罗斯和加拿大，占世界第3位。但因人口众多，我国人均占地面积仅0.84公顷，相当于世界平均水平的1/3，人均耕地面积仅0.085公顷，为世界平均水平的32.5%。^①

(2) 山地面积大。我国属多山国家，山地（包括丘陵、高原）面积约633.7万平方千米，占土地总面积的66%，全国1/3的人口、2/5的耕地和9/10的林地分布在山地。

(3) 农用地少。根据全国土地利用变更调查，到2005年底，全国农用地面积为65704.74万公顷，建设用地面积为3192.24万公顷，其他为未利用地。在农用地中，耕地面积仅为12208.27万公顷，占农用地面积的18.58%。

(4) 后备耕地资源不足。我国可备用作开垦种植农作物、发展人工牧草和经济林木的土地约占全国土地总面积的3.7%，其中质量好或较好的一等土地占8.9%；质量中等的二等土地占22.5%；其余68.6%为质量差、难开发的三等土地。耕地后备资源潜力1333万公顷左右，60%以上分布在水源不足和生态脆弱的地区，开发利用的制约因素较多。

我国目前土地资源开发中的主要问题：

(1) 耕地资源短缺。随着工业化、城市化的加速发展，我国耕地总量仍在不断减少，城市建设、交通水利建设和工业用地大多集中在地势平坦、土地肥沃的平原地带，而新增耕地往往分布在边远省份和丘陵山区地带，一般是降水稀少的干旱、半干旱地区。

(2) 土地资源退化。耕地在数量上减少的同时，在质量上也退化严重。我国水土流失面积约占国土面积的38%，主要集中在西北黄土高原、南方山地丘陵地带、北方土石山区和东北黑土地区。全国流失的土壤每年超过50亿吨，约占世界总流失量的1/5，相当于全国耕地削去了1厘米厚的肥土层，损失的氮、磷、钾养分相当于4000万吨化肥的养分含量。

土地沙漠化有扩大的趋势，西北、华北、东北地区土地沙漠化面积达17.6万平方千米，土地沙漠化以后，土地肥力减少，甚至土地生产力全部丧失。环境恶化，一些地区的农田和村庄被流沙吞没，局部地区土地退化和破坏严重。2005年全国水土流失面积达35600万公顷，退化、沙化、碱化草地面积达13500万公顷。

(3) 土壤污染严重。工业生产排出的废气、废水和固体废物严重地污染了土壤，大量施用农药和化肥，使有害物质大量进入土壤并积累起来。城市周边和部分交通主干道以

^① 注：公顷（ hm^2 ），一般用于土地面积的计算。1公顷=10000平方米=100公亩=15市亩。国际上用ha（hectare）作为公顷的符号。



及江河沿岸耕地的重金属与有机污染物严重超标。

（4）土地利用和管理水平低。优质耕地减少和工业用地增长过快。1997—2005年，全国灌溉水田和水浇地分别减少93.13万公顷和29.93万公顷，而同期补充的耕地有排灌设施的比例不足40%。新增建设用地中，工矿用地比例占40%，部分地区高达60%，改善城镇居民生活条件的居住、休闲等用地供应相对不足。

建设用地的粗放浪费较为突出。据调查，全国城镇规划范围内共有闲置、空闲和批而未供的土地近26.67万公顷。全国工业项目用地容积率为0.3~0.6，工业用地平均产出率远低于发达国家水平。1997—2005年，乡村人口减少9633万人，而农村居民点用地却增加了近11.75万公顷，农村建设用地利用效率普遍较低。

违法违规用地现象屡禁不止。2007年，全国“以租代征”违法用地2.20万公顷，违规新设和扩大各类开发区用地6.07万公顷，未批先用的土地面积为15万公顷。

一方面，我国人口众多，人均土地资源相对不足，后备资源十分稀缺，人多地少的矛盾突出。我国以不到世界10%的耕地，承载着世界22%的人口。更为严峻的是，我国有限的耕地资源还在继续减少。目前，我国耕地只有1.22亿公顷，人均仅有0.085公顷，还不到世界人均水平的40%。13亿人口吃饭，再加上工业用粮等的消耗，每年粮食消耗量应在4.5亿吨左右。2002年全国粮食总产量为4.57亿吨，2003年降到4.3亿吨，仅相当于20世纪90年代初的水平。随后的3年，在全国上下的努力下，我国的粮食产量连续实现恢复性增长，到2006年达到4.9亿吨。

另一方面，我国每年还要增加上千万的人口。根据中华人民共和国国家统计局提出的我国粮食消费标准和农业部等有关部门的研究，2010年，当我国达到小康水平时，人均粮食需求量为420千克，全国粮食需求总量为5.88亿吨；2030年人均粮食需求量应为440千克，全国粮食需求总量为7.04亿吨。

到2020年，我国人口总量预计达到14.5亿，2033年前后将达到峰值15亿左右，为保障国家粮食安全，必须保有一定数量的耕地。保障国家生态安全也需要大力加强对具有生态功能的农用地特别是耕地的保护。与此同时，目前我国正处于城镇化、工业化快速发展阶段，到2020年，城镇化率将达到58%，城镇化、工业化的推进将不可避免地占用部分耕地，城镇工矿用地需求量将在相当长的时期内保持较高水平。同时，现代农业发展和生态建设也需要调整一些耕地。但是耕地后备资源少，生态环境约束大，制约了我国耕地资源补充的能力，我国可用作新增建设用地的土地资源十分有限，各项建设用地的供给面临前所未有的压力。农用地特别是耕地保护面临更加严峻的形势。



(二) 水资源

1. 地球上的水资源

水是地球上最丰富的资源，水覆盖了地球表面大约 71% 的面积。地球的总水量大约为 14.1 亿立方千米，如果将这些水均匀地分布在地球表面，可以形成一个近 3000 米深的水层。大约 97% 的水存在于海洋和内陆海洋中，这些水的盐分过大，不适于饮用、种植庄稼和大多数工业使用；大约有 3% 的水是淡水，但这些水（87%）或被封闭在冰冠和冰川之中，或在大气和土壤中，或深藏于地下。事实上，假定世界总水量为 100 升，那么，可利用的淡水仅有 0.3 升，即仅为总水量的 0.003%。

人类的主要淡水来源是河流、湖泊和水库。任何时候都有大约 2000 立方千米的淡水流经世界各河流。水流中近一半在南美洲，另有 1/4 在亚洲。由于河中水体 18~20 天更换一次，因此，每年可使用的实际水量要比这大得多。全年流经河流的淡水总量大约为 4.1 万立方千米，其中包括 2.8 万立方千米的地表径流和大约 1.3 万立方千米的稳定地下水流。稳定地下水流中仅有约 3/4，即 9000 立方千米易于获取，可以经济地利用。另外在人造湖泊和水库中，还有 3000 立方千米可利用的水。

最大的淡水来源是降水，全球年降水总量为 50 万立方千米，但其中只有 1/5，即 11 万立方千米降落在陆地上。大陆降水中有约 65% 被蒸发掉，又回到大气中去。余下的部分或留在地表——河流、湖泊、海洋和水库中，或流入地下，储存于地下含水层中。

过去 300 年中，人类用水量增加了 35 倍多。近几十年的取水量每年增加 4%~8%，主要为发展中国家。各地人均年用水量很不一样，北美和中美为 1692 立方米，欧洲为 726 立方米，亚洲为 526 立方米，南美为 476 立方米，非洲为 244 立方米。

从全球来看，每年淡水取水量和使用量为 3240 立方千米，其中 69% 用于农业，23% 用于工业，8% 为居民用水。

水是一种稀缺性资源、基础性资源、战略性资源、核心性资源。人们预言，水资源安全将是人类继石油能源危机之后的最重要、最紧迫、最难应对的危机。当前，世界争端、冲突、恐怖活动最多的地区，也是世界最缺水的地区。阿拉伯各国素以兄弟相称，但与生命攸关的水资源之争却使他们反目为仇；中东盛产石油的一些海湾国家，如沙特阿拉伯、也门、阿曼、阿联酋、卡塔尔、巴林、科威特、以色列等国水资源奇缺，他们之间的争夺、冲突、战火中有一个根深蒂固的原因就是水资源。伊朗与伊拉克之争，以色列与黎巴嫩之争，土耳其与叙利亚、伊拉克之争，其内在原因之一也是为水而战。埃及、苏丹、埃塞俄比亚等国围绕尼罗河水的分配问题争执不休。非洲水危机造成饥荒连年不断。



2. 我国水资源及其利用中的问题

(1) 水资源不丰富。中国的气候地理环境和基本国情决定了中国是一个总体上缺水的国家，在我国淡水资源中，河流水径流量 2.61 万亿立方米，地下水储量 0.8 万亿立方米，冰川、雪山融水 500 亿立方米。我国领土面积约占全球陆地面积的 6.6%，人口占全球总量的 1/5，可是我国的年降水总量仅为 6 万亿立方米，仅相当于全球陆地降水总量（119 万亿立方米）的 5%，年径流量约为 2.7 万亿立方米，仅占全球陆地年径流量的 5.5%。

我国年径流总量位于巴西、俄罗斯、加拿大、美国、印度尼西亚之后，居世界第六位，但人均径流量仅居世界第 88 位，是世界平均水平的 1/4。中国年人均淡水资源量目前为 2200 立方米，仅为世界平均水平（12900 立方米）的 1/4，美国的 1/5，俄罗斯、印度尼西亚的 1/7，加拿大的 1/50。联合国据此已把中国列为 13 个最缺水国家之一。预计到 2030 年，我国人均淡水资源量将减少为 1750 立方米。

我国目前年总用水量为 5500 亿立方米，其中年农业用水量为 3800 亿立方米，缺水量约为 300 亿立方米，城市与工业用水为 1600 亿立方米，年缺水量达 60 亿立方米。在全国 668 个城市中，存在供水不足问题的城市为 400 多个，其中严重缺水的城市达 110 个之多。

目前全国水资源开发利用程度为 20%，但北方多数区域已经超过 50%，远远超过了国际上公认的 40% 的警戒线，其中海河流域接近 90%、黄河流域 67%、淮河流域 59%、内陆河流域超过 40%。

(2) 分布不均衡。我国地形西高东低，受气候和地形的影响，降水的地区分布很不均匀，各流域水资源状况南北方差异巨大。90% 以上的地表径流和 70% 以上的地下径流分布在不到全国面积 50% 的南方，呈现出北方严重缺水的局面。东北、华北和西北面积占国土面积的 60% 以上，但其水资源拥有量却不足全国总量的 20%。其中耕地面积占全国国土面积 39.4% 的黄淮海地区的水资源量仅占 7.6%；长江流域及其以南人口占全国总人口的 54%，但是水资源却占了 81%。中国北方地区人均占有水资源 995 立方米，而在西南地区 and 南方，人均占有量超过 3000 立方米。降水不均衡的另一因素是受气候和季候风影响，长江以南气候温暖，年降雨量为 800~2000 毫米，但主要集中于四月到九月的季风季节；中国西北地区干旱，年降雨量不到 200 毫米；中部、北部和东北部年降雨量为 400~600 毫米，其中 70%~90% 都集中在夏季的三个月。我国全年 60% 的雨量都集中于夏秋两季的 3~4 个月内，不少河流的年最大流量和最小流量相差数十倍。如淮河各支流相差 13~76 倍，松花江的哈尔滨河段富水期和枯水期的断面流量相差达 40 倍。这种水流量的



巨大变化不仅容易在部分地区形成水患，造成水资源的大量流失，使水资源缺乏的矛盾更为突出，而且更加重了枯水期的水污染，加剧了水质恶化。降水的地区分布不均、降雨量季节分布不均以及年度之间的巨大差别导致洪涝和干旱频繁发生。

(3) 用水浪费。我国目前工业用水技术落后、浪费严重，产生同样数量的 GDP，其耗水量为发达国家的数倍。我国工业循环用水比例很低，即使在一些工业发达的大城市，工业用水重复率也仅达到 55% 左右，比国外同行业先进水平低 25%。我国石化行业的吨油、吨产品排水与国外同行业先进水平相比，差距在 2~5 倍。且大量高耗水、高排污的企业分布在水资源相对短缺的地区。

农业是我国的用水大户，但我国灌溉方式落后，大水漫灌等灌溉方式几乎要浪费近一半的灌溉用水。水库、水渠多年失修，渗漏严重，造成水资源的浪费，更加重了水资源的缺乏。

城市生活用水日益增加，但节约用水的意识尚未深入人心，人们对洗涤用水、厕所用水、洗车用水不加节制，浪费了水资源。另外，供水管网滴漏等也浪费了不少宝贵的水资源。

(4) 水污染严重。我国水资源利用的主要问题不仅在于水资源的缺乏，更严重的是由于水质严重污染和水资源过度开发造成的水环境退化，主要表现为水质恶化、地下水位下降、河湖干涸、湿地消失。我国水污染状况十分严重，已从河流蔓延到近海水域，从地表水延伸到地下水。北方缺水且水污染严重，南方不少地区不缺水，但缺少干净的水。我国七大江河水系——松花江、辽河、黄河、长江、珠江、淮河、海河都已受到污染，有的还相当严重，其中Ⅲ类水以下直至劣Ⅴ类水已占相当大的部分。海河、西北黄河、辽河、淮河四大流域的排污程度都远远超出了全国平均水平。海河的排污强度为全国的 7.67 倍，西北黄河是全国的 2.75 倍。而这个严重污染着的黄淮海地区承载着全国 39.4% 的耕地。水资源污染使可利用的水资源大幅度减少，加剧了这些地区水资源的供需矛盾。2002 年，水利部采用国家《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002)，对全国河流、湖泊、水库的水质状况进行了评价，评价结果显示，在 12.3 万千米的被评价河长中，Ⅰ类水河长占 5.6%，Ⅱ类水河长占 33.1%，Ⅲ类水河长占 26.0%，Ⅳ类水河长占 12.2%，Ⅴ类水河长占 5.6%，劣Ⅴ类水河长占 17.5%。全国符合和优于Ⅲ类水的河长占总的被评价河长的 61.7%。在被评价的 24 个湖泊中，有 6 个湖泊水质符合或优于Ⅲ类水，6 个湖泊部分水体受到污染，12 个湖泊水体污染严重。由于工农业生产发展，城市扩充，人口增加，使得污水处理率低，处理达标率低，而广大农村和小城镇地区对废水和生活垃圾不经处理便直接倾泻，致使江河水源和地下水遭受严重污染，造成“水质性”缺水。我国 70% 的水体



被污染，40%的水已丧失了正常功能。严重的水污染进一步加重了我国水资源的缺乏，制约了我国社会和经济的可持续发展。

（三）能源资源

1. 能 量

物质和能量是组成客观世界的基础。世界是由物质构成的，运动是物质存在的方式，是物质固有的属性，能量则是物质运动的度量。物质存在着不同的运动形态，因此能量也就具有不同的形式。热力学第一定律指出，“自然界中的一切物质都具有能量，能量既不能被创造，也不可能被消灭，而只能在一定的条件下，从一种形式转化为另一种形式，在互相转化中，能量的总数量保持恒定不变。”

（1）机械能。机械能是指物体之间或物体内部各部分之间相对位置变化过程中相应的能量，包括动能与势能。势能与物体的状态有关，又可分为重力势能（物体因位置或高度不同而具有的做功本领）、弹性势能（由于弹性变形而具有的做功本领）和表面势能（不同类物质或同类物质在不同相分界面上，由于表面张力的存在而具有的做功本领）。

（2）分子内能。内能是由系统内部状况决定的能量。热力学系统由大量分子、原子组成，储存在系统内部的能量是全部微观粒子的各种能量的总和，即微观粒子的动能、势能、化学能、电离能、核能等的总和。由于在系统经历的热力学过程中，物质的分子、原子、原子核的结构一般都不发生变化，即分子的内禀能量（原子间相互作用能、原子内的能量、核能）保持不变，所以可作为常量扣除。因此，系统的内能通常是指全部分子的动能以及分子间相互作用的势能之和，前者包括分子平动、转动、振动的动能（以及分子内原子振动的势能），后者是所有分子之间相互作用的势能的总和。

（3）电能。电能是由于电子流动做功的能量，它可以由电池中的化学能转换而来，或通过发电机由机械能转换而来。

（4）辐射能。辐射能是物体以电磁波形式发射的能量。

（5）化学能。化学能是物质发生化学变化时释放或吸收的能量，物质在化学反应过程中以热能的形式释放的分子内能称为化学能，煤、石油、天然气等燃烧时放出的热能即为化学能。

（6）核能。核能是物质的原子核结构发生变化时放出的能量，是蕴藏在原子核内部的物质结构能。原子核是由质子和中子组成的，但是原子核的质量总是小于组成原子核的质子和中子的质量之和，当质子和中子结合成原子核时，释放出的能量称为原子核的结合能，即核能。根据爱因斯坦提出的质能公式，我们可以计算出释放出的核能的大小。当比



较重的原子核裂变成两个中等原子核时，会释放出巨大的能量，称为核裂变；而当两个轻原子核结合成较重的原子核时，将会释放出更为巨大的能量，称为核聚变，核聚变又叫“热核反应”。迄今为止，达到工业应用规模的核能只有核裂变能。物质所具有的核能要比化学能大几百万倍甚至一千万倍以上，如1千克铀-235全部裂变时产生的核能相当于2500吨优质煤燃烧时放出的全部能量。

2. 能源

能源是指含有能量的自然资源。《辞海》对能源的定义是“产生机械能、热能、光能、电磁能、化学能等各种能量的自然资源。”这些资源或者本身就是物质，如煤、石油、天然气、核燃料等；或者来自物质的运动，如太阳能、水能、风能、海洋能等。

能源的形式多种多样，因此对能源的分类也有很多种。能源按形成方式不同，可分为一次能源和二次能源。一次能源是指自然界存在的，可供直接利用的能源，如煤、石油、天然气、太阳能、水能、风能、地热能等。二次能源又称人工能源，是指由一次能源经过加工直接或间接转换成其他形式的、符合人们生产生活使用条件的能源产品。二次能源通常都属高品质的能源，与一次能源相比，它们热值高、燃烧清洁、热效率高；运输使用方便，能够容易地转换成其他形式的能量；并且能满足不同工艺的要求。如焦炭、煤气、电力、各种石油制品、蒸汽、热水、酒精、氢气、激光等都属于二次能源，生产过程中排出的余能、余热，如高温烟气、可燃废气、废蒸汽也属于二次能源。

(1) 世界能源分布、生产与消费。人类的发展与能源有着密切的联系，人类发展的历史，是人类利用能源的历史，也是人类认识、利用和改造自然的历史。至今人类利用能源已经历了三个时期，即薪柴时期、煤炭时期和石油时期。能源利用的进一步发展将进入核能时期。

18世纪以前，人类以薪柴等生物质燃料为主要能源，生产和生活水平低下，社会发展缓慢。进入18世纪以后，人类以煤炭取代薪柴作为主要能源，蒸汽机成为生产的主要动力，工业迅速发展，劳动生产力增长很快。依靠煤炭作为主要燃料的电力工业也逐步发展起来，电力成为工矿企业的主要动力，成为生产和生活照明的主要来源。石油和天然气的发展，使人类开始了能源利用的石油时期。

近30年来，许多国家依靠石油和天然气，创造了人类历史上空前的物质文明。进入21世纪以后，核能将逐渐成为世界能源的主角，清洁能源的时代也将随之到来。人类在地球上可以利用的能源，在再生能源中，太阳能占99.5%以上，其他能源如水能、风能、地热能、潮汐能、生物质能等加起来也不足1%。在非再生能源中，利用海水中的氘资源产生的核聚变能几乎占100%，而人类目前广泛使用的煤炭、石油、天然气以及裂变核燃



料加起来也不足千万分之一。因此从长远的角度看，太阳能是人类发展所需能源的保证。目前人类所使用的能源主要还是非再生能源，如石油、天然气、煤炭和裂变核燃料等，以及少量的（10%左右）可再生能源，如水能、风能、太阳能等。世界能源资源分布并不均匀，这种能源资源分布的不均衡给全球各个国家和地区的发展带来了重大的影响。这一问题在石油资源方面表现更为严重，世界石油资源的消费与储量分布极不均衡，对石油资源的利用和竞争给国际错综复杂的关系带来了很大的影响。

（2）中国能源发展状况。中国是世界上最大的发展中国家，既是能源消费大国，也是能源生产大国。中国的能源主要靠国内供应，多年来的能源自给率一直保持在90%左右。近年来，随着中国经济的快速发展，中国能源消费增长较快，但总体水平依然较低。

中国国土面积辽阔，具有一定的能源储藏量。按目前探明的能源储藏量，我国水能能源储藏量居世界第1位，煤炭储藏量居世界第3位，石油储藏量居世界第11位，天然气储藏量居世界第18位。我国能源需求结构以煤炭为主，煤炭资源丰富，使国内能源供应的发展具有巨大潜力。我国还具有丰富的新能源和可再生能源资源，具有丰富的太阳能、风能、地热能和生物质能资源。我国大量水电资源尚未开发，核电、风力发电、生物质发电刚刚起步，所以国内能源供应还有很大发展余地。燃料乙醇、甲醇、二甲醚以及煤炭液化等替代能源的发展前景也很广阔。

3. 常规能源

（1）煤。煤是古代的植物体因为地壳运动而埋没于地下，在适宜的地质环境中经过复杂的物理化学和生物化学作用转变而成的，煤中的含碳量一般为46%~97%。煤中碳的含量越多，煤的发热量也越大，煤中碳的含量随着煤的转变过程的加深而增加。

煤是重要的燃料和化学工业原料。煤在地球上的储量非常丰富，是地球上储藏量最丰富、分布地域最广的化石燃料。我国能源资源的基本特点是富煤、贫油、少气，这就决定了煤炭在我国一次能源中的重要地位。统计表明，我国煤炭资源占世界总储量的11%，而石油资源仅占世界总储量的2.4%，天然气资源仅占1.2%。

我国的煤炭资源主要分布在山西、陕西、内蒙古、黑龙江、辽宁、山东等省区，著名的大型煤矿有大同煤矿、东胜煤矿、神府煤矿等。

我国煤炭资源总量虽然较多，但探明程度较低，人均占有储量较少。对1999年人均可采储量进行对比，我国人均可采储量仅为90.9吨，约为世界人均可采储量的55%。

我国煤炭资源和现有生产力呈逆向分布，造成了“北煤南运”和“西煤东调”的困难局面。大量煤炭自北向南、由西向东进行长距离运输，给煤炭生产和运输造成了极大的压力。



我国适合露天开采的煤炭资源不多,煤炭生产主要以地下开采为主。我国大部分煤的含硫量偏高,在燃烧过程中会对环境造成严重污染。

我国是世界上最大的煤炭消费国。煤炭是主要的能源,但煤炭的开采利用也严重地污染了人们赖以生存的环境,在所有的能源资源中,煤炭对环境所造成的污染是最严重的。煤的成分主要为固定碳、挥发分、灰分和水分,煤在燃烧过程中会产生大量烟尘、烟气和炉渣等污染物。炉渣主要由煤中的矿物质转化而来,其中所含的有害物质成为水域、地下水和土壤的污染源。烟尘中含有矿物质和未燃烧的炭粒,每燃烧1吨煤将释放出6~11千克的烟尘,形成大气中的悬浮颗粒。烟气含有 SO_2 、 CO_2 、 CO 、 NO 、蒸气以及多环芳烃等有机物质, SO_2 及 NO 进一步与水蒸气结合成为酸雾,从而形成酸雨和次生颗粒物等二次污染物。我国排放到大气中85%的 CO_2 、80%的烟尘和90%的 SO_2 来自煤的燃烧。

因此,煤炭的清洁开发和利用是摆在全人类面前的紧迫问题。洁净煤技术是旨在减少污染和提高效益的煤炭加工、燃烧、转换和污染控制等新技术的总称。其主要包括洁净生产技术、洁净加工技术、高效洁净转化技术、高效洁净燃烧与发电技术、燃煤污染排放治理技术等。

(2) 石油。石油是仅次于煤的化石燃料,它是一种天然的黄色、褐色或黑色的流动或半流动的、黏稠的可燃液体烃类混合物。石油也称为“原油”,它可以被加工成各种馏分,包括天然气、汽油、石脑油、煤油、柴油、润滑油、石蜡以及其他许多种衍生产品,是最重要的液体燃料和化工原料。

①世界石油消费。目前在世界一次能源的消费中,石油消费仍处在第1位。根据2001年的统计资料,世界一次能源消费约为69.95亿吨,其中石油消费量占43.0%。在石油消费中,交通运输消费占57.0%,工业消费占19.7%,其他行业消费占17.1%,非能源行业占6.2%。石油消费主要集中在经济发达地区,经济越发达,越需要更多的石油,美国是世界上第一大石油消费国。目前世界上已找到近3万个油田和7500个气田,这些油气田遍布于地壳上六大稳定板块及其周围的大陆架地区。在156个较大的盆地内几乎均有油气田被发现,但分布极不均衡。按目前的开采速度,到2050年,世界石油的产量会缩减至1960年时的水平。目前专家们比较一致的看法是,在石油资源严重短缺之前,现有的石油资源还可维持40多年,加上非常规石油(油页岩、油沙等),估计石油资源可持续开发70年。

②我国的石油资源。我国有485个沉积盆地,拥有沉积岩面积670万平方千米,其中陆上面积520万平方千米,近海大陆架面积150万平方千米。面积大于1万平方千米的盆地有62个,其中面积大于4万平方千米的大型盆地有12个。这62个盆地仅占盆地总数



的12.8%，却拥有全国石油地质资源量的97%；其中9个主要含天然气的盆地拥有全国天然气地质资源量的80%。目前我国石油资源的探明程度远远低于其他产油国，特别是近海大陆架可采储资源比仅为0.145。而以上所述的盆地和大陆架中很可能存在丰富的油气资源，因此在油气方面我国尚有巨大的资源潜力。根据2000年资料，我国石油资源的地质资源量为1020亿吨，可采资源量为114.4亿吨。我国石油资源主要分布在东部地区，约占地质资源量的40%、可采资源量的60%。

20世纪80年代以来，我国石油年产量从1988年的1.0122亿吨增加到2002年的1.689亿吨，成为世界第五大产油国。2002年，我国石油消费量达到2.3831亿吨，成为世界第二大石油消费国，我国已从石油净出口国变成石油净进口国，2002年石油进口量达到7185.2万吨。我国石油产量将不会有大的增长，石油消费量的增长速度远远超过石油产量的增长速度，供需矛盾在未来20年中将不断扩大，进口石油数量将超过50%。

(3) 天然气。天然气是除煤和石油之外的另一种重要的一次能源。它燃烧时有很高的发热值，对环境的污染也较小，而且还是一种重要的化工原料。

天然气主要由甲烷、乙烷、丙烷和丁烷等烃类组成，其中甲烷占80%~90%。天然气通常可以分为纯天然气、石油伴生气、凝析气和矿井气4种。天然气的勘探、开采与石油类似，但比石油更容易生成，收采率较高，可达60%~95%。大型稳定的气源常用管道输送至消费区，每隔80~160千米需设一增压站，加上天然气压力高，故长距离管道输送投资很大。

天然气是储藏量丰富、清洁而便利的优质能源。据美国学者预测，世界常规天然气的总资源量达436万亿立方米，此外还有大量的非常规天然气资源。与石油一样，世界天然气资源分布也很不均匀，主要集中在中东、苏联和东欧，三者之和约占世界天然气总储量的70%。

我国天然气资源丰富，据2000年资料，全国天然气地质资源量为 47.23×10^{12} 立方米，其中可采资源量为 9.3×10^{12} 立方米。2001年，全世界气体燃料的总消费量为113.7亿吨标准油，其中工业消费占44.8%，交通运输消费占4.8%，其他行业和生活消费则为50.4%。

煤层气（俗称瓦斯）是一种与煤伴生，以吸附状态储存于煤层内的非常规天然气，其中甲烷含量大于95%，热值在33.44千焦/立方米以上，是一种优质洁净的能源。中国是世界上主要的煤炭生产大国之一，煤炭生产居世界首位，也是世界上煤炭资源和煤层气资源最丰富的国家之一。丰富的煤层气资源有望成为中国21世纪的接替性能源之一。

我国煤层气资源分布广泛，分布在不同的含煤盆地和不同的成煤时代，其埋藏深度和