

国土资源部“九五”重点教材
吉林大学教材改革与建设项目资助

环境地质与工程

陈剑平摇主编

参编人员(按姓氏笔画排序)

付荣华摇吴志亮摇陈志新摇陈剑平

周摇训摇韩宝平摇董荣鑫摇蔡鹤生

地 质 出 版 社

· 摇北摇摇京摇 ·

内 容 简 介

本书主要是研究地质环境与人类工程或经济活动的相互作用,以及由此引起的环境地质问题,即从地质学、地理学、环境科学、水文地质学、工程地质学等多学科角度,去认识与协调人类工程或经济活动与地质环境之间的互馈关系,以达到可持续发展的目的。

本书除绪论外共分为九章,分别对固体、液体和气体矿产的开采、利用与废弃的三个主要过程中引发的环境地质问题进行论述。

本书力求理论联系实际,适当反映本学科的最新成果,符合中国国情。本教材可作为地质工科专业的专业基础课教材,也可作为非地质类专业的公共选修课教材和研究生参考书,还可供从事地质类专业的广大技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

环境地质与工程 魏剑平主编 北京:地质出版社,

1997

16开 28.5万字 21.00元

I 援环...摇 II 魏剑平摇 III 援①环境地质学-高等学校教材②工程地质-

高等学校-教材摇 IV 援① 魏剑平② 魏剑平

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 12345 号

责任编辑 汪福忻 摇 王瑶璞

责任校对 李瑶玫

出版发行 地质出版社

社址邮编 北京海淀区学院路 17号 100029

电摇摇话:(010)68993111(邮购部)(010)68993112(编辑室)

网摇摇址:<http://www.geopress.com.cn>

电子邮箱:zbs@geopress.com.cn

传摇摇真:(010)68993113

印摇摇刷 北京市朝阳区小红门印刷厂

开摇摇本 32开 16.5厘米×23.5厘米

印摇摇张 10.5张

字摇摇数 28.5千字

印摇摇数 1—1000册

版摇摇次 1997年 1月北京第一版·第一次印刷

定摇摇价 21.00元

16开 28.5万字 21.00元

(凡购买地质出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页者,本社发行处负责调换)

前 摇 摇 言

本书是根据国土资源部地质类工科本科专业教学指导委员会《环境地质与工程》专业教学指导小组讨论制定的教学大纲(缘-远学时)编写的,可作为地质工科专业的专业基础课教材,也可作为非地学类专业的公共选修课教材和研究生参考书,还可供从事地质类专业的广大技术人员参考。本书共分九章,每章都附有思考题。

本教材由吉林大学建设工程学院陈剑平主编,绪论、第一章、第二章由陈剑平执笔,第三章由中国矿业大学资源与环境学院韩宝平执笔,第四章由昆明理工大学国土系吴志亮执笔,第五章由中国地质大学(武汉)环境科学与工程学院蔡鹤生执笔,第六章由中国地质大学(北京)环境科学系周训执笔,第七章由成都理工大学环境与土木工程学院付荣华执笔,第八章由长安大学地质工程系陈志新执笔,第九章由同济大学海洋系董荣鑫执笔。

缘年缘月国土资源部地质类工科本科专业教学指导委员会《环境地质与工程》专业教学指导小组组织相关院校(成都理工大学、西南交通大学、重庆大学等)的专家对本书进行了评审。其中绪论、第一章由张倬元教授主审,第二章、第三章由蒋爵光教授主审,第四章、第五章由郭映忠教授主审,第六章、第九章由胡厚田教授主审,第七章由刘汉超教授主审,第八章由李天斌教授主审,专家们为本书提出了宝贵的修改意见。本书还受到《环境地质与工程》专业教学指导小组黄润秋教授、夏克勤教授的关注与大力支持。最后由陈剑平根据专家的评审意见进行了认真的修改。在此仅向各位专家、教授表示衷心的感谢。

编者在编写本书过程中,力求适当反映国内外本学科的发展现状,并本着理论联系实际的原则编写。但由于编者水平所限,难免存在许多不足之处,敬请读者批评指正。

编 者
缘年 远月
于 长 春

绪摇摇论

人类只有一个地球,如果不加以有效保护,则人类的居住环境将不断恶化。1972年里约热内卢世界环境与发展大会(联合国)召开以来,可持续发展(联合国)作为全人类共同的发展战略而得到了确认,而且正在变为一种流行的口号。“既满足当代人的需求,而又不对后代人满足其需求的能力构成危机”、“环境与经济协调发展”,这几乎成了妇孺皆知的一句老生常谈。

但伴随着国民经济与科技进步的发展,特别是人类各项经济活动中一些重大工程的建设,使得人类对地球的影响比以往任何时候都更加深刻和剧烈,尤其对地球浅表层附近环境的影响十分显著。这种影响已经不仅局限于个别的工程范围,而实际上涉及全球大环境,真正意义上的原生地质环境已经不复存在。由于污染物在环境中的扩散,在人迹罕至的世界屋脊珠穆朗玛峰顶的冰雪样品中也有重金属存在;在南极的冰层中发现了DDT等杀虫剂;温室效应,使厄尔尼诺现象频频发生等。

应当强调指出的是当前环境地质问题已经日趋严重,有理由说人类工程与经济活动已经成了当今地球上十分活跃的因素和力量,其对地球表层的影响与日俱增。据世界范围内的不完全统计,人类每年约消耗100亿吨矿产资源,已超过大洋中脊每年新生成的岩石圈物质(约100亿吨)的数量,更大大高于河流每年搬运物质(约100亿吨)的数量,人类建筑工程面积已覆盖地球陆地面积的1/3以上;人类作用的垂直空间亦显著增大,从过去的100m~200m,增加到今天的1000m~2000m,甚至可以达到3000m左右。今天的地面建筑已高出地面100m以上,地下开挖深度已经超过1000m,最高的人工边坡已到1000m,最大人工水库已超过1000m³。人类对地球的作用在某种程度上已经超过了自然营力对地表地质环境的影响,崩塌、滑坡、泥石流及人类工程与经济活动诱发的浅表生地质灾害所造成的损失巨大。全球性宏观的环境地质问题直接涉及资源、环境与人口三大问题,在当今全球经济一体化的时代显得特别突出。传统的环境科学通常只考虑“三废”处理而脱离大环境,这是传统环境科学在认识上的不足。要从根本上解决人类面临的种种环境问题,就必须从全球的大环境去认识环境问题。环境地质与工程正是在不排除传统“三废”环境的基础上来研究地质环境与人类工程与经济活动的互馈关系。

环境地质与工程(环境地质工程)主要是在可持续发展思想原则的指导下研究自然地质环境和人类工程与经济活动的相互制约、相互影响的关系,最终评价这种影响结果对人类生存环境的影响。从这个意义上来看,环境地质与工程研究的范畴已经不同于传统环境科学与工程,也不同于传统的工程地质学(工程地质学)以及传统的岩土工程学(岩土工程学)。

传统的环境科学与工程以“三废”即废气、废液、废渣为主要研究对象;工程地质学和岩土工程学之主要任务是集中在设计和兴建的工程自身的经济投入和安全,但涉及由此而导致的环境负效应问题,则缺乏系统的研究。也就是说传统环境科学与工程较多地注重大气圈和水圈范围内环境问题对人类的影响;工程地质学和岩土工程学更多注重的则是岩石圈的自然地质环境对人类工程活动自身的影响。上述学科在某种程度上都忽视了人类工程与

经济活动对自然地质环境的影响。

科学技术不断进步和经济建设高速发展的结果促使人类构筑大型乃至超大型的工程,而伴随着大型工程的建设,一些与人类生存息息相关的自然地质环境受到不同程度的影响,同时对人类自身生存不利的威胁越来越多地被认识,从而有了以人类生存为主体的环境意识的出现。20世纪60年代以来,环境工程地质学(环境地质学)、环境岩土工程(环境岩土工程)的概念已经在国际学术界不同频度地出现,现在已经逐渐被国内外科学家所接受,与环境相关的工程地质与岩土工程会议自1967年以来在世界不同的地域相继召开了多届,其中较有影响的会议有1967年10月希腊雅典的“国际工程地质与环境”研讨会,1968年10月美国圣路易斯的“第四届岩土工程实录国际会议”,1968年10月美国波士顿的“第四届国际环境岩土工程与全球可持续发展研讨会”,1969年10月葡萄牙里斯本的“第三届国际环境岩土工程会议”,1970年10月波兰华沙的“欧洲中西部地区第四届环境污染国际讨论与展示会”等,至20世纪80年代以来我国也召开了四届全国环境工程地质学术讨论会,其中第三届全国环境工程地质学术讨论会于1983年10月在兰州召开,第四届全国环境工程地质学术讨论会于1985年10月在哈尔滨召开,另外,1987年10月在成都召开了“中国西部重大工程与环境地质学术讨论会”。国内外有关的学术会议频繁,而且“国际工程地质学会”已更名为“国际工程地质与环境学会”,这些事实表明从20世纪末以来,国内外工程地质学家对环境地质与工程之间相互作用问题已经有了较为普遍的共同认识。

环境工程地质与工程和生产实践

科学家对人类工程与经济活动所导致的环境负效应认识较早,其实早在1929年苏联著名的地球化学家维尔纳特斯基(Вернадский)就提出了如下的观点:“在我们的地球上,出现了一种新型的地质现象,这就是人类第一次变成了规模巨大的地质营力”,他还指出:“人类正在有意识地,甚至更多是无意识地剧烈改变着地球表面和生物圈”。环境地质与工程作为一门学科在我国大约始于20世纪60年代,这一学科的诞生是人类社会生产实践中各项经济活动发展的必然结果。在社会生产实践过程中科学家逐步认识到,自然地质环境演化、人类工程及经济活动、人文社会与人类的生存环境之间存在密切的相互作用和影响的关系,环境地质与工程是在上述认识的过程中才得以逐渐发展和不断成熟的。就学科本身而言,该学科目前尚未成熟,许多环境地质现象和问题需要科学家进行更多、更具体的探索和研究。

人类工程与经济活动对环境的影响是显著的,特别是人类对自然地质环境的不合理的利用而导致的环境负面效应是显而易见的。人类对矿产资源的开发和利用是人类社会赖以生存和发展的重要支柱,人类在地壳表层的岩石圈内过量的开采固体矿产资源,对人类社会的生存和发展带来利益的同时,也带来了一些严重的恶果;由于大面积的固体矿产资源被开采,出现了较大范围的地下采空区,随着时间的推移矿区地表出现了程度不同的地表塌陷、山体开裂、农田毁坏、水资源短缺等环境地质问题,这直接危害着矿区城镇人民的的生活和安全。

沿海城市特别是经济相对发达的工业城市,由于人类毫无节制地抽取地下液体矿产资源,导致了城市地面的大面积下沉,由此引起了基础管道设施、道路和建筑物的变形与破坏,特别是在一些港口城市,有些地方的地表面已经低于海平面,导致海水入侵等环境地质问题

的出现,使港口不能正常运营,城市濒于瘫痪。

砍伐森林、开垦山地、滥采矿藏,造成了严重的水土流失现象,围湖造田、持续加高堤防等入水争地的行为引起湖泊淤积、行洪滞洪和蓄洪能力严重下降,导致汛期防洪抗洪已经成为制约我国经济发展的重要环境地质问题。如1998年汛期长江中下游震惊中外的抗洪抢险,事实上当年的洪水流量并不是历史的最高峰。另一方面,1962年以来黄河下游连年出现断流现象,而且断流的次数及天数越来越多,由黄河入海口向上延伸的断流长度也越来越长。上述不利的环境地质现象对我国的长江、黄河两河流域的经济发展都带来严重的负面效应。

沙尘暴、土地荒漠化、土壤盐渍化现象正在不同的地区以不同的速度蚕食着人类有限的可耕地和人类的可居住地。

人类无止境地对矿产资源进行开采和利用,随着生活水平的不断提高,奢侈品不断增加,废弃物的数量和种类也越来越多,导致了城市垃圾、核废料堆放、尾矿坝的环境地质问题日益突出,废弃物对地表水、地下水、生活用水的污染日趋严重,工业生产的气体废弃物对环境的污染而导致的环境地质问题直接危害着人类的健康与生存空间。

上述各种环境地质问题不仅在人类居住密集的地区出现,而且在人类并不密集居住的地区有时也会发生,环境地质问题属于对人类生存不利的环境负效应,对人类的居住、生活环境会不同程度地带来影响和危害。这些环境地质问题的出现通常与人类自身的工程或经济活动是分不开的,特别是一些影响范围较大的环境地质恶化现象,往往与人类的大型工程建设、高速的经济发展、片面追求高额利润的粗放型生产方式等短期行为密不可分。因此说,环境地质与工程学科的诞生与人类的生产实践是分不开的,人类的工程活动和生产实践不同程度地扰动了人类居住的地质环境,并有不断使地质环境日趋恶化的趋势,最终可能危及人类自身安全。环境地质与工程学科的诞生就是为了协调人类工程活动与自然地质环境之间的相互作用和相互影响,使人地和谐并不断发展。

环境地质与工程和工程地质学、环境地质学的关系

工程地质学与岩土工程都是在20世纪才有了长足进步的,一般认为工程地质学更多的注重对自然地质现象的认识即定性描述,而岩土工程则更多地注重对不良地质现象的改造和利用,在对待一个具体工程问题时它们互为补充缺一不可,但二者都忽视了人类工程与经济活动对自然地质环境的影响。这一点应当理解为学科的发展是和科学技术与经济建设发展阶段性认识相关而同步的。

环境地质与工程、工程地质学和环境地质学都是地质学的分支,都属边缘学科,它们之间既相互区别又相互交叉。它们在不同的层面上研究问题,可以认为:环境地质学实际上是在人们对环境概念还比较模糊的时候就从地质学的角度对环境地质问题进行了研究,从某种程度上说这是学科发展的不自觉行为,即从预防自然地质灾害的角度出发研究地质环境。工程地质学则是一种自觉的行为,从服务工程的角度出发,研究自然地质环境(灾害)对工程稳定性的影响。现代工程地质学的发展大体经历三个阶段:早期属土木工程适用的工程地质学,目的是让土木工程师了解并应用基本的地质知识和概念;中期以苏联为代表的研究人类工程活动对地壳表层变动的影 响;后期开始自觉地意识到工程地质除了研究地质环境对工程本身的影响之外,还要反过来考虑工程对地质环境的反作用,即二者之间的相互关

系。环境地质与工程或环境工程地质学则更多地从环境保护的角度来研究人类工程与经济活动和地质环境保护之间的协调发展。从学科发展的角度来看,环境地质与工程是站在可持续发展的层次上进行科学研究,工程地质学和环境地质学是环境地质与工程学科发展的重要基础。要保证人类工程与经济活动和地质环境保护之间的协调发展,既要考虑地质环境由于人类工程活动的干预而向不利的方向转化,同时也要考虑在不利的地质环境中人类工程活动的可能性,甚至有可能通过人类的工程活动来优化地质环境。后者是随着地球上人口数量的不断增长,工程活动范围的不断扩大,自然界中可供人们选择的优良地质环境正在不断减少的必然结果。

地质环境是自然界总体环境的一部分,主要是指地质历史时期以来地球内外动力地质作用所造成各地质要素之总和,即各种构造地质形迹、地形地貌特征、岩溶、岩土体特性、水文特征,以及潜在的对人类经济活动产生影响的各种地质要素的总和,即自然(原生)环境中与地质相关的部分,或者是指以岩石圈为主在和大气、生物、水圈的相互作用中形成和演化的与人类生存和工程设施相关的周围岩、土和水介质。从对人类生活、生存条件和工程建设的影响来看,地质环境应包括宏观地质环境、地质灾害、岩土地质、水文地质,以及岩土物质组成、结构、特性、赋存状态、边界条件和运动特征等方面的综合内涵。地质环境中诸因素是相互依赖、相互制约,且各种因素内部及各种因素之间还存在着层次关系。各层次的效应之间及它们同最终环境效应之间同样也可能很不相同,因此,从系统论的观点来看,环境地质也应当是一个复杂的巨系统。

地质环境赋存于自然界总体环境中,作为开放的系统,具有一定的演化条件,并处于一定的演化阶段,是一个动态的系统。地质环境的演化,标志着诸要素的一部分或全部及其综合功能的改变。地质环境演化具有空间、时间依赖性和事件特征。

地质环境不同于一般意义的环境,特别是各种不良地质现象,会给人类生存环境带来不良影响和灾害,如火山爆发、地震的发生、海平面上升、崩滑流,等等,这些不良地质环境现象的发生、发展与演化正是工程地质学主要研究的对象。

环境地质与工程学科的研究对象主要是指人类工程与经济活动和地质环境相互影响、相互制约而产生各种环境现象之总和。实际上是社会环境与自然地质环境共同作用的部分,由于当今人类经济活动具全球化特征,因此,环境地质的范围小的涉及到工程岩土体变形,大到全球范围,从全球系统来讲包括大气圈、水圈、生物圈和岩石圈的相互作用,而从可持续发展的角度来看还要考虑另一个重要因素,即人类圈或技术圈与上述各圈的相互作用;从全球或区域系统来看,如温室效应、臭氧减少、海咸水倒灌、厄尔尼诺等现象,多是由于人类工程与经济活动的介入而导致的,因此,环境地质通常是指社会环境与自然地质环境相互作用的次生环境。

环境地质与工程中的“工程”即指人类的工程与经济活动,即从人类生活、生产需要出发,人类总是需要开展一定规模的工程建设,来实现人类社会的发展计划。工程建设或经济活动是人类社会进步的反映,是经济、社会发展的前提条件,决定着人类生活、生产的配置和格局。正如前面提及的,环境保护与经济社会的发展往往是对立的,当人们对缓慢发展的并使环境恶化的地质环境演化过程缺乏足够认识的时候,人类工程活动对自然地质环境所产生的作用和影响往往是改造自然,以致成为破坏地质环境的诱发因素,如水库诱发地震、水库岸坡失稳、地下采矿引发的地面塌陷、开采地下液体引发的地面沉降与地裂缝等等。

综上所述,环境地质学主要研究自然地质环境的演化和发展。传统工程地质学主要考虑了不利的自然地质环境对工程的约束,即更多地研究了工程地质条件,而没有充分考虑人类工程活动对自然地质环境的作用和影响的不利演化过程。环境地质与工程的指导思想则是人类社会的可持续发展,研究对象是人类工程与经济活动和地质环境相互影响和制约的关系,核心是人类协调发展。

环境地质与工程的学科特点

概括地说环境地质与工程学科有以下几个特点:即学科的全球性、区域性、系统工程性,多学科性和预测性,具体地质环境问题的过程缓慢性 and 灾害突发性。此外,一个非常重要的特点就是可持续发展观念的引入。

由于人类工程与经济活动对地质环境的影响都将对全球的地质环境做出不同程度的“贡献”,如不同地区和国家二氧化碳气体过量排放的结果是使地球产生温室效应,排放氟氯烃和含溴卤代烷烃的结果是破坏了大气圈中的臭氧层。由此,导致了一系列的全球性的环境地质问题,如极地冰雪融化、海平面上升、厄尔尼诺现象等环境地质现象都具有全球特征。另外,地质灾害问题、垃圾的环境地质问题同样都是全球所面临的环境地质问题,因此说,环境地质与工程学科具有全球性的特点。

如果把工程的空间规模、功能、设计、施工技术等诸多因素都界定在相同水平和技术条件下,那么环境地质与工程学科在研究具体问题时具有显著的区域性,这是因为地壳表层岩石圈中的岩性、地质构造、水文地质条件、工程地质条件具有非均质性和非连续性等非线性特征,及不同地区气候、地理、地貌条件具有差异的结果,即使工程自身的空间规模、功能、设计与施工技术都相同,但作用在不同的地区就会产生出带有区域性色彩的环境地质问题,即甲工程研究的结果对乙工程往往只能起到借鉴的作用,并不能够全盘搬用,这就是该学科的区域性特点。

由于环境地质与工程通常涉及人类的重大工程或经济活动,而一个重大的工程与经济活动难免要涉及到不同的环境要素,诸如地质环境、地质灾害、岩土地质、水文地质和次生地质环境,并与岩土物质组成、结构、特性、赋存状态、边界条件和运动特征等方面的因素相关,各因素之间相互关联,不同层次的各因素之间形成特定的组织结构,在于外界进行物质、能量与信息交流过程中以一个开放的复杂的巨系统综合反映出来,这就是环境地质与工程学科的系统工程性特点。

由于环境地质与工程的系统工程性特点,而使得这一学科具有多学科性的特点,以我国三峡水库工程为例,它涉及的问题极其广泛,包括水文、气候、水质水温、环境地质、陆生动植物、水生生物、泥沙淤积与冲刷、对长江中下游河道及湖区的影响、对河口的环境影响、水库淹没与移民、人群健康、自然景观与文物古迹保护、施工对环境的影响等,上述的问题都要采用不同学科来进行研究,但上述的每一个问题又不是孤立的,它们之间相互关联,往往其中的一个问题并不是只用一门学科进行研究并进行处理就可以奏效的,需要通过多学科的渗透与交叉才能够达到解决问题的目的,这就是环境地质与工程学科的多学科性。

由于环境地质与工程的主要任务是协调人类工程活动与人类居住环境之间的和谐发展,人类工程与经济活动对环境的影响程度、规模、方式通常有一个过程,这个过程的发生与发展有时是缓慢的。因此,根据曾经发生的自然地质历史演化过程,可以对工程的施工与运

营的因素进行动态的分析评价、预测演化过程,以便提出科学的处理防治措施等,这便是环境地质与工程学科的预测性。

另外,环境地质与工程所研究的对象,即具体的环境地质问题还有两种特性,即过程缓慢性与灾害突发性,这一特点与一般的大气、水环境的污染很不相同。环境地质问题的过程缓慢性往往导致人们对环境地质问题的忽视,如大面积的过量抽汲地下液体导致地面沉降和采矿的地下采空区引起的地表变形过程通常是缓慢的,在开始时这种现象很不明显,滞后效应和缓慢过程性给人们造成了某种假象,使人们对此认识不足,而一旦这一过程出现,则危害通常较大,且恢复十分困难。缓慢过程性发展的结果通常会导导致灾害的突发,如崩塌、滑坡、泥石流等都具有灾害突发的特点,但又都孕育于缓慢的过程中。由于过程缓慢使人们容易忽视,而灾害突发性使人们很难预测。因此,要采用不同于一般大气、水环境污染的观点来考察各种环境地质现象,对每一个重大的工程与经济活动进行科学的可行性论证与环境地质评价,才能预防不良环境地质问题的出现。

可持续发展是环境地质与工程中一个十分重要的特性和概念,因为,我们只有一个地球,我们要爱护地球,特别是关于岩石圈表层的变化要充分考虑对人类工程和经济活动有所规范,才能实现可持续发展,否则,人类就会毁坏自己美好的家园。

环境地质与工程研究的内容及学习方法

根据环境地质与工程的学科特点,可知其研究的内容十分广泛,由于环境污染问题日趋严重,轻微的环境污染可能对环境地质的影响并不显著,由于岩土本身具有自净化的功能,但这种自净化的功能不是无限的,当污染超过一定程度,即超过岩土自净化容量时,一般的环境污染对地质环境的影响就开始体现出来,因此,环境地质与工程的研究内容也要在一定程度上涉及到环境污染问题,如固体废弃物的环境地质问题、液体废弃物的环境地质问题、气体废弃物的环境地质问题,它们既是一般环境污染问题,同时又与环境地质密切相关,因此,这些问题也都是环境地质与工程研究的内容。另外环境地质与工程涉及到协调人类工程活动与环境地质的和谐发展,其核心就是一个可持续发展的问题,因此,环境地质与可持续发展的问题是环境地质与工程研究的内容。环境地质与工程一个重要的手段是监测技术,因此一些必要的监测技术是环境地质与工程的一个重要内容。此外,传统的由于固体、液体矿产资源的开发利用而导致的环境地质问题,以及特殊的环境地质问题如土地荒漠化、土壤盐渍化及水土流失等,都是环境地质与工程研究的内容。

根据上述的研究内容,本书将按照如下结构来进行章节的安排:第一章是环境地质与可持续发展;第二章是固体矿产开发与环境地质;第三章是水资源开发利用与环境地质;第四章是固体废弃物的环境地质问题;第五章是液体废弃物的环境地质问题;第六章是有害气体的环境(地质)问题;第七章是斜坡环境地质问题;第八章是荒漠化、盐渍化、水土流失;第九章是环境地质与工程地质监测技术。

学习本课程的目的了解人类工程活动与环境地质之间相互作用的几个主要方面,并掌握对它们进行分析评价和控制的基本原理和方法,核心是要树立可持续发展的思想。工程的建设,矿产与资源的开发和利用都要用可持续发展的思想来指导。另外由于这门学科具有区域性、系统工程性、多学科性和预测性、地质现象的过程缓慢性及地质灾害的突发性,远

遇到的问题往往因地制宜 ,所以学习过程中最为重要的一条就是要学会具体问题具体分析。

环境地质与可持续发展

概述

环境地质与工程是研究人类工程和经济活动与环境地质协调发展的一门学科,可持续发展是协调发展的主题与核心。为此,可持续发展的概念和认识是环境地质与工程的基础。

环境是相对于中心事物而言的,环境科学所研究的环境,是以人类为主体的外部世界,即人类赖以生存和发展的物质条件的综合体,包括自然环境和社会环境。我国环境保护法明确规定:“本法所称环境,是指影响人类生存和发展的各种天然和经过人工改造的自然因素的总体,包括大气、水、海洋、土地、矿藏、森林、草原、野生动物、自然遗迹、人文遗迹、自然保护区、风景名胜区、城市和乡村等。”这是与人类关系最密切并以法律条文加以确定的必须保护的环境。

环境系统与环境地质的基本概念

由于地质环境是自然界总体环境的一部分,所以在了解地质环境的定义之前,有必要了解一下通常意义的环境系统特点,随着新知识体系的出现,特别是现代非线性系统论的出现,科学家们已经习惯于把复杂的环境作为一个开放的复杂的巨系统来研究。简单地说,环境几乎无所不包,但它又是由基本的环境要素组成的,所谓环境要素可以这样来描述:环境要素是构成环境系统的基本物质组分,故又称环境基质。环境要素包括水、大气、生物、岩石和土壤等。

由这些不同的要素组成不同的“环境结构单元”,再由这些“结构单元”组成无所不包的、一直处于演变过程中的环境系统。环境要素之间通过物质转换和能量传递这两种主要的方式密切联系,构成环境系统的整体。

而环境系统则是这样界定的:环境系统是由围绕人群的各种环境因素构成的整体,包括非生物的和生物的因素。非生物的因素有大气、水体、土壤、岩石、热、光、声、重力等;生物因素是指从微生物、浮游生物、鱼、鸟、虫、兽等各种动物,直到农作物、花草树木等各种有机体。

一定时间、空间中的环境因素,通过物质交换、能量流动、信息交流等多种方式,相互联系,相互作用,形成了具有一定结构和功能的整体。

环境系统具有如下一些主要特点:

(1)环境系统是一个动态系统,它一直处于演变过程中,特别是在人类活动作用下,环境系统的组成和结构不断地发生变化。环境污染、生态破坏就是环境系统在人类某些活动作用下发生的不良变化的结果。

(2)环境系统本身具有两重性:一方面,它具有一定的自我调节功能,即当外界的各种侵扰不超越一定程度时,它能通过自身的调节作用,维持系统的组成结构基本上不变和整体性能可以正常发挥;另一方面它又比较脆弱的,即当外界的侵扰超过一定限度时,就会出

愿 此为试读,需要完整PDF请访问: www.ertongbook.com

现失衡,造成生态破坏或环境质量恶化。

(猢)环境是人类从事生产和经济发展的物质基础,也是人类赖以生存的基本条件,另一方面,环境也对人类活动起着制约作用。如果人为的侵扰超过了一定的限度,例如过度地使用耕地,就会导致地力衰竭、土质贫瘠化,过度砍伐树木会导致水土流失乃至沙漠化,过度排放二氧化碳会引起温室效应的增强,进而导致气候异常,乃至气候变暖等等。

经济社会的发展与环境保护是对立的,又是统一的。对立系指工业革命以来许多国家在经济发展中没有重视生态和环境,导致环境恶化,反过来又影响了经济的可持续发展。统一系指经济社会发展与环境保护从根本上来说是一致的,都是为了改善人民的生活质量,而又不破坏环境的可持续的支撑力。

环境是一个生态系统。在自然界中,植物、动物、微生物等生物因素或成分,与土壤、水分、大气、日光、温度等非生物因素或成分之间存在着相互联系、相互依存、相互制约的关系。每个因素都受到周围各种因素的影响,也反过来影响其他因素;其中若有一个发生变化,其他就会发生一系列的连锁反应,这些错综复杂的因素或成分构成了一个不可分割的统一的综合体,这个综合体就是生态系统。

现代生态系统的研究,主要指的是生物群落及其环境之间相互作用所产生的一个相对稳定的系统。美国学者奥德姆(猢猢)认为生态系统是包括特定地段中的全部生物和物理环境的统一体,并且在系统内部因能量流动而形成一定的营养结构。也就是说,生态系统是一个相互进行物质与能量交换的生物与非生物部分构成的相对稳定系统。因之,从营养功能看,生态系统结构如图 猢猢所示。

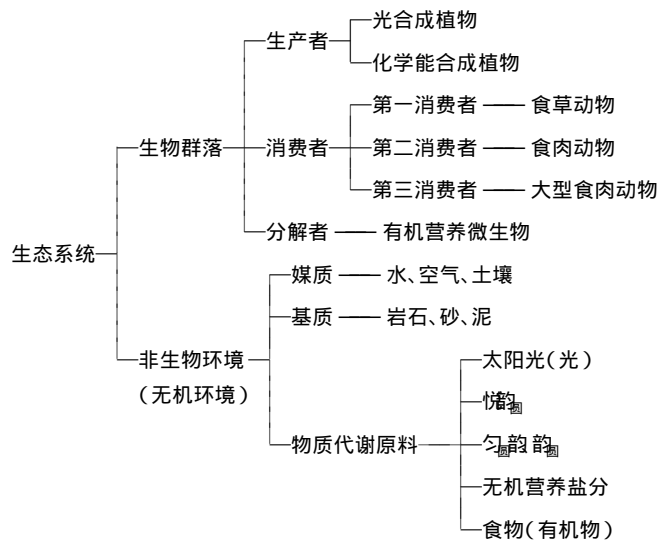


图 猢猢生态系统结构

环境系统具有演化的特点,系指地球环境的结构和性能在历史过程中发生的变动,大体可分为物理演化、化学演化、生态演化这样猢个大的阶段和方面。简而言之,①地球的年龄大约是猢亿年,地球的原始状态经历了一系列高能量的物理变化过程,经历了大量放射性元素的裂变和衰变,以及频繁的火山爆发、地震、陨星撞击等,这是地球历史的第一个演化阶

段 ;②后来 逐渐出现了频频的化学演化 形成还原大气圈和水圈 大约 38亿年以前 地球上出现了最早的生命(在海洋里 最初是各种浮游生物) 后来海洋中出现了大量含叶绿素的浮游生物 随后陆地上也出现绿色植物——含叶绿素的以亿吨计的浮游生物和陆地上的大量绿色植物 在光合作用中释放出越来越多的游离氧 逐渐改变了大气的成分 并进一步改变了地球化学过程和岩石圈的成分 随后 大气层中形成了臭氧层 保护地球上的生命免遭高能紫外线辐射 使更多的生物得以在地球上出现、繁殖 并且逐渐地进化 ;③后来 地球上的动植物越来越多了 出现了生态演化——包括群落的发展与更替、环境变迁以及生物与环境相互关系的变化 尽管经历过几个严寒的“冰期” 但总趋势是地球生物圈走向多样化、复杂化 而环境演化史上最重要的飞跃,是人类文明的出现——它使环境演化打上了人的烙印 但是 尔后人类对生态环境自然演化过程的不适当干预 却又对环境起了破坏作用 这种破坏作用 自从工业革命以来 表现得尤为突出。

以人为主体出发 环境系统的特点尤其是环境系统的演化特点将会对人类的生存条件和方式产生重要的影响 由于环境系统本身具有的两重性 人类的生产活动就要尽可能的不去破坏生态环境 不使环境质量恶化。为此 出现了一门科学——环境科学 随着人们对环境科学研究的不断深入和研究的出发点之不同 与环境相关的学科得以较快的发展 产生了以某一种目的研究为主的环境科学 如环境生态学、农业生态学、环境水文学、环境地质学、环境工程地质学、环境地球化学、环境经济学等 自 19世纪 40年代以来还逐渐产生了以道德为手段从整体上协调人与自然环境的关系学科——生态伦理学等。

由于和人类生活直接相关且最容易感受到的是大气和水 因此 传统上一般认为只有大气污染、水质污染才属环境污染的范畴 而对其他环境的污染开始时人们并不在意 如光的污染、噪声污染只是在 19世纪 80年代以后才对这些现象有了较为系统的研究 而对岩土环境的污染 特别是岩土环境的演化 通常需要一个较缓慢的过程 有时甚至要到下一代人才感受到这种岩土环境的恶化对人类所造成的不可估量的危害。所以通常地说人们熟悉的是大气污染、水质污染的环境污染现象 而对后一种环境缓慢恶化的过程人们知之甚少 关心的也不够 事实上地质环境恶化所造成的结果往往在短期内难以遏制 有些又具有突发的灾难性 其危害也是非常巨大的。特别是 19世纪中叶以来 人类文明的高速发展 科学技术涉及的范围越来越广 在强大科学技术的支撑下人类经济活动对地球表层环境的影响 已经大大超过了自然营力对地球表层环境的影响 在传统的岩石圈、生物圈、大气圈、水圈 源大层圈的基础上 不得不考虑“人类文明圈”或“技术圈”对地质环境所产生的不可估量的作用 因此 传统的环境概念 即以三废处理为主的环境概念已经不适当今人类工程、经济活动造成地球大环境不断恶化的特点 要从根本上解决环境问题 必须从最基础的环境地质入手 即人类工程、经济活动与地质环境相互制约的关系入手。环境地质与工程是把人类工程、经济活动与地质环境(或岩土环境)相关的演化作为主要研究对象。

1.1.1 可持续发展认识的由来与发展

可持续发展(~~名词解释~~)虽然是一种全新的概念 但与此有关的思想已有很久远的历史。在经济学领域 关于资源短缺的理论在古典经济学中就占有重要的地位。马尔萨斯关于人口自然资源的理论对现代保护主义思潮和可持续发展概念依然有着重大的影响。李嘉图关于自然资源级差和报酬递减的理论在现代资源观和分析方法中仍具有重要

价值。

可持续发展的概念,实际上就是人与自然相互关系的问题,而关于人与自然相互关系的思想向来存在着两种根本不同的基本立场:一是提倡征服自然;二是主张人与自然和谐共存。从历史的眼光看,这些思想客观反映了人类与自然关系的矛盾。对于自然界给人类带来的困难,人类不与之斗争就不可能出现当今的文明。而即使是提倡人与自然和谐共存的今天,这种斗争也依然是必要的。我国传统哲学中就有许多思想与现代的生态观有相通之处。如老子主张的“绵绵若存,用之不勤”就是反对过度的事情,这一思想与当代的可持续发展观念已经相当贴近了。在西方,18世纪的法国大科学家比丰(1768-1843)被认为是第一个直接研究人类经济活动对自然环境作用的学者。他比较了有人和无人居住的区域景观后指出,自古便有人居住的国家中林木、湖泊和沼泽较少,而荒地和灌木较多,土地也比较贫瘠,但当时占主流的科学家们认为,人类活动所产生的这些影响是微不足道的。

值得指出的是,在《劳动在从猿到人转变过程中的作用》一书中,恩格斯对人类生产活动与环境关系的论述远远超出了当时的生态学者,他这样写道:“我们不要过分陶醉于我们对自然界的胜利。对于每一次这样的胜利,自然界都报复了我们。”以历史上的生态退化为例,他指出:“美索不达米亚、希腊、小亚细亚以及其他各地的居民,为了想得到耕地,把森林都砍完了。但是他们梦想不到,这些地方今天竟因此成为荒芜的不毛之地,因为他们使这些地方失去了森林,也失去了积聚和贮存水分的中心。阿尔卑斯山的意大利人,砍光了在北坡被十分细心地保护的松林,他们没有预料到,这样一来,他们把他们区域里的高山畜牧业的基础给摧毁了;他们更没有预料到,他们这样做,竟使山泉在一年中的大部分时间内枯竭了,而在雨季又使更加凶猛的洪水倾泻到平原上。”应当说,当今社会已普遍关注“大自然的报复”了,但在一百多年前提出这样的问题则实属非凡。通过这一段的叙述也表明,当时确已存在对人类与环境关系的调查研究。后来的研究表明,人类最早的生态退化从远古时期就已经开始了,伊拉克境内的幼发拉底河和底格拉斯河的两河流域的早期农业导致的土地生产力下降,最终导致了古巴比伦文明的崩溃。大致在相近的时期,早期的牧业也导致了原本为干旱草原的撒哈拉迅速沙漠化。在我国,考古学证据表明在原始社会末期的仰韶文化时期,黄河的水土流失已经开始。

可持续发展的概念与环境污染问题是息息相关的,环境污染的历史大致可以追溯到城市的兴起。在许多古文明遗址都发现了下水道,这至少说明当时的居民已经受到生活污水的困扰。1845年,英国国会发布文告,禁止英国工匠和制造商在国会开会期间用煤,并为此而处决一人。这至少说明当时伦敦的大气污染已相当严重。英国于1826年出了一部题为《驱逐烟气》的书,是世界上最早关于大气污染的专著。但是普遍而严重的环境污染则始于工业革命的开始,从那时至19世纪的70年代公害泛滥,大致可分为三个阶段。

第一阶段为公害出现期,在工业革命时期,煤炭的大量使用和矿冶、化学工业的发展导致重大污染。典型的事件有1873年、1874年和1875年伦敦先后发生三次由于燃料引起的烟雾事件,死亡人数估计为15000人。1868年,格拉斯哥发生类似事件,死亡1000人。从1868年起,日本的足尾铜矿因冶炼硫化铜排放废水废气,使大片田园荒芜,几十人流离失所。

第二阶段始于19世纪70至90年代,即公害的发展期。在此期间,石油产量大幅度上升,使石油在燃料结构中的比重大幅度上升。同时煤的产量也继续稳步上升,有机化学工业得到迅速发展。因此,公害发生频率显著提高。燃煤造成的大气污染事件有1830年比利时

马斯河谷事件,石油消费引起的洛杉矶化学烟雾事件,含酚废水的污染在各工业国普遍出现。

第三阶段可以说是公害的泛滥期,主要是指第二次世界大战后,特别是指 20 世纪 50-70 年代,西方资本主义国家的经济获得了迅速的恢复和快速发展,与此同时,由于这种高速增长是以大量消耗中东廉价石油和第三世界国家廉价原材料为手段取得的,因此环境污染也迅速蔓延,公害事件层出不穷。洛杉矶型的烟雾事件在世界的许多大城市时有发生,危害范围逐年扩大。50 年代初,伦敦发生因燃煤引起的烟雾事件,日本则发生了所谓四日市气喘病、水俣病和骨痛病。由于大量使用滴滴涕和六六六等农药,许多野生动物的生存受到了严重威胁,还严重危及到人类的健康。在发展中国家,由于人口迅速增长和普遍贫困,也导致了严重的生态退化。

在上述的背景下,1972 年 6 月在斯德哥尔摩召开了“人类环境大会”。这次大会召开的本身就意味着环境与自然资源保护已是全球性问题,从这一点上讲当然会议是成功的。但是,人们对这次印象最为深刻的,与其说是大会的成功,还不如说是矛盾的尖锐。与会各国大致分为两大阵营,发达国家强调对污染、自然环境保护和人口问题的关切,而发展中国家则强调他们面临着的主要问题是饥荒、疾病、文盲和就业机会不足。作为争论与妥协相结合的产物,大会还是产生了一些重要的结果。其实质性的结果是导致了联合国环境与规划署(UNEP)的产生。作为联合国的环境保护机构,这一组织在以后的全球性环境保护中起到了重要的作用。这次大会也推动各国成立了政府的环境保护机构,并极大地推动了民间环境保护组织的涌现和媒体对环境事务的关注。

非实质性的成果便是这次斯德哥尔摩“人类环境大会”通过的原则宣言,之所以说原则宣言是非实质性的,是因为该宣言包含了争论双方,即发展中国家和发达国家在会议上坚持的所有重要论点。因此宣言既鼓吹保护,也鼓吹发展,既强调防止自然资源退化,又强调反贫困,既强调污染控制,又强调工业化。对各条之间的关系,宣言并未有系统的梳理。因此宣言给人的印象是每个国家都可以依据其中的某些条款自行其是。事实也是这样,斯德哥尔摩会议之后的很长时间内,国际社会在如何处理环境与发展关系上没有取得实质性突破,与此同时,全球环境却在继续恶化。为此,1987 年联合国大会做出决议成立世界环境与发展委员会(简称 WCED,即布伦特兰委员会),负责研究人类长远的环境与发展战略和国际社会应对环境问题的措施。

10 几年过去了全球环境不是改善了,而是更加恶化了。与此同时,众多的发展中国家更加陷于贫穷和不发达状态。这究竟是何原因?特别是近年来,气候异常,灾害频繁而严重,臭氧层的空洞越来越大,生物物种锐减,全球每年有 100 多万公顷土地变为沙漠,全球每年平均有约 100 亿吨耕地地表土流失等。

人们开始认识到,工业革命以来的那种不顾地质生态环境的“高消耗、高投入、高污染”的模式,属于“不可持续的生产和消费模式”,过度消耗了自然资源并破坏了生态平衡;人类的生产、消费和发展如不充分考虑资源和环境,则难以持续。

古代人曾用“取之不尽,用之不竭”来形容水,现代城市居民则日益担心水资源的枯竭,日益认识到开源节流和保护水资源的重要性。当然环境不仅仅是一个水体或水资源的问题。要正确认识环境与发展,必须引入科学的概念。

可持续发展(Sustainable Development)一词最初出现于 1980 年,是国际自然保护同盟

在其世界保护战略文本中提出的。称之为“提法”而非观念,是因为当时没有对其定义作过讨论。此后还有一些类似的提法,如20世纪80年代中期一些发达国家的文章和文件中,以及有关国际组织一些出版物,较早地使用了持续发展这一词汇,但其含义均不同于我国和许多其他发展中国家谈及连续若干年的发展而使用的“可持续发展”(Sustainable Development)这一概念。这些发达国家的文章或文件中所介绍的定义或概念,众说纷纭。有的强调,可持续发展应首先考虑生态代价、环境代价;有的强调,可持续发展应首先着眼于未来而保护自然资源;有的强调可持续发展要求采取跨学科的、系统的方法,在国家级、区域级和全球范围内对发展的经济、生态和社会方面综合考虑;因此,可持续发展的概念必须变为具体的政策和方案。这些政策和方案同时应兼顾生态上的可持续性和人口问题以及经济增长的需要,而又不给环境带来破坏等。但概念上很不清楚。

1987年,布伦特兰夫人主持下的联合国世界环境与发展委员会提交了题为《我们共同的未来》的报告,该报告正式将可持续发展作为关键概念采用,并较为详细地讨论了其定义。但在该报告中涉及到可持续发展的定义的陈述至少有六处,各定义之间并不一致。这种现象既说明它作为一种全新观念的不成熟性,也说明了其内涵的丰富与复杂。

与斯德哥尔摩大会的原则宣言相比,布伦特兰夫人的报告在一些重要的方面取得了进展。她明确环境保护与经济发展是可以统一的,这就是可持续发展,她是确保未来环境与发展的惟一合理的途径。针对斯德哥尔摩大会的分歧,报告指出无论发达国家还是发展中国家,走可持续发展之路都是有必要的。但两类国家不同之处在于发展中国家在可持续发展方面面临特殊困难,发达国家在实现全球可持续发展上必须承担特殊责任。这样,对于原先在环境问题上尖锐对立的两大阵营的立场,布伦特兰夫人的报告提供了某种统一点。自《我们共同的未来》发表之后,可持续发展的概念就逐渐被越来越多的人所知晓。但是,上述的定义或概念在1985年以前未曾正式引入联合国的“发展业务领域”。但这一报告的成功之处在于促成了里约热内卢世界环境与发展大会的召开。

1985年春,在联合国开发署理事会全球委员会的磋商会议期间,有的发达国家代表率先提出“可持续的发展”(Sustainable Development)这一用语,强调如果采用过度开发自然资源及过度砍伐森林特别是热带雨林的办法来搞发展,则必然不能持久,而可持续的发展则维护生态、保护全球环境、不能危及子孙后代对自然资源的需要等。开发署的负责官员当时也表示,今后开发署提供发展资助,要考虑申请资助的方案或项目是否不危及环境,或是否纳入了环保方面的要素。

一些发展中国家的代表作了反驳,强调一国的自然资源之开发、利用与保护,属于国家的主权,强调就发展中国家而言,只有在促进持续发展(Sustainable Development)的前提下,才能逐步解决好环保问题,还强调指出,环保不应成为发展资助方面的一种新形式的附加条件(附加环保条件)。南北双方争论激烈。后经磋商达成一个妥协意见,即同意请联合国环境署理事会讨论并对“可持续的发展”一词的含义,草拟出可为大家所接受的说明。

在1987年6月举行的第15届联合国环境署理事会期间,经过反复磋商,通过了《关于可持续发展的声明》。其全文如下:“可持续的发展,系指满足当前需要而又不削弱子孙后代满足其需要之能力的发展,而且绝不包含侵犯国家主权的含义。环境署理事会认为,要达到可持续的发展,涉及国内合作及跨越国界的合作。可持续的发展意味着走向国家和国际的均等,包括按照发展中国家的国家发展计划的轻重缓急及发展目的,向发展中国家提供

援助。此外,可持续的发展意味着要有一种支援性的国际经济环境,从而导致各国特别是发展中国家的持续经济增长与发展。这对于环境的良好管理也具有很大重要性。可持续的发展还意味着维护、合理使用并且提高自然资源基础,这种基础支撑着生态抗压力及经济的增长。再者,可持续的发展还意味着在发展计划和政策中纳入对环境的关注与考虑,而不代表在援助或发展资助方面的一种新形式的附加条件(“绿色附加条件”)。但真正要统一于上述的认识是不容易的,要达到普遍共识主要是发达国家与发展中国家认识的一致尚需一定的时间。

特别是1992年里约热内卢世界环境与发展大会(“地球峰会”)召开以来,可持续发展(“新的发展观”)作为全人类共同的发展战略而得到了确认,这一概念不仅被更多的引用,而且正在变为一种流行的口号。“既满足当代人的需求,而又不对后代人满足其需求的能力构成危机”是可持续发展的核心思想,而不是判断准则。

与斯德哥尔摩会议不同的是,里约热内卢大会更为注重发展问题。原因是人们已经认识到,环境变化是由发展引起的。不解决发展问题,就不可能扭转环境退化的趋势。如果说传统的发展模式是灰色的,那么解决环境问题的关键就是要使灰色发展转向绿色。大会形成的主要文件是《地球宪章》和《21世纪议程》,后者是前者的行动方案。各国根据自己的实际,在大会结束后又制定各自的《21世纪议程》。

那么对于一个具体的区域产业,如何判断它(们)是或不是可持续发展?能否找到一个定量可操作的具体指标来判断可持续发展?这对于贯彻可持续发展战略是至关重要的,也是摆在具体使用此概念的决策者面前的一个现实问题。

“环境与经济协调发展”,这几乎成为社会上相当普遍的一种共识。但是究竟如何评判一种发展道路协调与否?能否给出一个将环境与经济因素整合为一体的综合指标?只有这样才有可能避免某些决策者重经济硬指标,轻环境软指标的倾向。

重环境,轻发展,抑或两者结合,在里约热内卢环发大会和筹备过程中,一些发达国家的发言和提案都表露出明显的“重环境,轻发展”的倾向。这对环发大会秘书处的工作也有影响,反映在为环发大会准备的国际合作框架文件《21世纪议程》的草案上,秘书处提交环发大会第三届筹委会会议的文件,涉及环境者比重大而且内容详尽,涉及发展者却内容欠缺,分量单薄。在第三届筹委会上委员们发言指出,为环发大会准备文件应当纠正这种“重环境、轻发展”的倾向,并且充分说明了环境保护与经济发展不可分割的道理。同时还说明广大发展中国家仍处于经济发展的初级阶段,对他们来说,贫困和不发达是他们无力有效保护环境的根本原因,使他们长期处于贫困、人口增长过快、环境持续恶化的恶性循环中。打破这一恶性循环的根本出路,在于实现持续的经济社会发展,消除贫困,增强其保护环境并有效参加全球环保的能力。北欧和一些国家表示,能“理解”上述的观点。

将可持续发展称之为“世纪话题”有两层含义。首先当然是指它是全世界关心的热点,自1992年里约热内卢环发大会以来,各种国际组织,所有国家的政府、学术界和社会各界都在关注、研究和谈论可持续发展问题。当今世界的主题是和平和发展,而发展必须与可持续相连。在我国,可持续也越来越多地被应用在社会经济生活的各个方面。

然而更重要的含义还是指这是一个饱含争议的话题,有关可持续发展的定义、理论内涵和实现途径至今远未达成一致。给人的感觉是,这是一个很漂亮的和人们乐意使用的概念,确实,又有谁不希望自己关心和喜欢的事物“可持续”呢?所以,对可持续发展表面理解的