



第一篇

生态悖论现象的一般分析

第一章 悖论、生态悖论现象及其研究意义

为了探讨生态悖论与生态悖论现象及其克服的问题，我们首先必须弄清楚悖论与悖论的消除。显然人类对悖论的认识比对生态悖论的认识要早得多。我国亦有许多前辈对此进行了专门的研究。^{[1][2]}这为本人研究生态悖论提供了诸多方便。

第一节 悖论与悖论的消除

“悖论”这个话题自古希腊的“说谎者悖论”至今，已有 2000 多年的历史。它是英文 paradox 的意译，在自然语言中是一个多义词。该词在科学文献中的出现，也被赋予了多种不同的内涵和外延。任何有关悖论问题的探讨，应首先研究和明确“悖论”概念的含义。

一、悖论与佯谬

悖论是指这样一种理论事实或状况，在某些公认正确的背景知识之下，可以合乎逻辑地建立两个矛盾命题相互推出的矛盾等价式。

“佯谬”一词是悖论 paradox 的另译，在我国物理科学（不限于物理学）研究领域比较流行。这种译名比较典型地体现了我国科学

家对于解决悖论造成的科学难题的信心。但是这个译名本身容易使人误解。有些人就曾望文生义地把它理解为“貌似荒谬，实则为真”，从而把伽利略发现的“自然数与自然数的平方数一一对应”，现代量子论确定的“微观客体既有波动性又有粒子性”这些似是而非的科学命题本身称为“佯谬”。

长期的科学探索使爱因斯坦认识到，追光疑难的实质，是经典的相对性原理（以经典速度合成法则为本质因素）相对于光速不变定律的冲突。而这二者又都有同样充分的理论和实验的依据。否定它们之中任何一个，都将与经典物理学的某些重要原理发生尖锐冲突。（史料表明，爱因斯坦本人也做过这种无效的否定性努力。）因此，相对于经典物理学的背景知识而言，可以在这里建立起矛盾等价式，形成一个货真价实的悖论。而正是通过对这个悖论的反复剖析，使爱因斯坦认识到，问题的症结在于作为经典物理学的一种潜在设想但又无充分根据的共识——同时性的绝对性。以改变此项假设为突破口，爱因斯坦对一系列物理学基本概念（特别是时间空间概念）进行了根本变革，提出了解决光速悖论的狭义相对论，开创了物理学的新纪元。

狭义相对论由悖论而萌芽，与相对论并驾齐驱的另一伟大科学成就——量子力学的确立，也与悖论紧密相关。

实际上，物理学中的这两场“危机”来自反常实验事实引发的旧理论内部难以克服的悖论性冲突。而由“危机”引发的物理学革命两大成果的取得，都贯穿着发现悖论、明确悖论、剖析悖论和解决悖论的过程。因此，这两场“危机”与几乎同时发生的由集合论悖论导致的数学“危机”，可以进行统一的考察和研究。

在此需要指出，科学研究过程中被称为悖论的东西，不一定是真正的悖论。如果“悖论”的存在是以其导出的背景知识并不是特定领域认知主体的共识（特别是在推导过程中隐含地使用了并非共识的前提），则相对于该领域而言就不成其为悖论；如果在悖论

的推导过程中出现了逻辑错误，则该“悖论”之成立就失去了逻辑依据，如果推导的结果无法建立矛盾等价式（矛盾双方不能得到同等有力的证明或否认证明，这种情况一般是对一方的支持和对另一方的排斥），“悖论”就失掉了其形式特征。以往科学研究中被称为“悖论”而实非悖论的情况，大多与推导过程中隐蔽的逻辑错误有关。消解这种“悖论”，就在于揭示其逻辑错误。这才是一种真正的“佯谬”，或更恰当地称之为“佯悖”（由于这种佯谬犯有人们不易觉察的逻辑错误，它们的提出和解除往往也有助于人们理解理论的逻辑结构）。而像“光速悖论”和“波粒二像悖论”这样经过反复锤炼而具有严密的逻辑性的理论疑难，才构成真正的悖论。

事实上，在创立相对论的过程中，爱因斯坦所面对的证伪主义理论的“反常”，主要是理论物理学中产生的悖论，而不是某种经验事实。尽管爱因斯坦多次强调相对论对于经验事实的适应，但那主要是指经典理论上相互矛盾的定律都有着同等有力的经验依据。也就是说，问题域的局限及与之相关的对悖论在逻辑矛盾中的特殊性认识不足，是西方科学哲学家忽视悖论的方法论价值的主要原因。如果我们摆脱由这种问题域造成的狭隘眼界，转换一下思维视角，就会看到一个新鲜而重要的研究方向。

数学哲学界也对悖论进行了相当长期的研究，其中以“罗素悖论”的研究最为有名。近几十年来有关数学悖论问题的研究，已愈来愈清楚地表明，悖论在数学理论发展到一定阶段的出现，是一种带有必然性和规律性的现象，而且与数学高度的抽象性和严密的逻辑性特征相关联。由于近现代经验科学理论有走向抽象化和严密化的趋势，悖论在经验科学中出现并有日益增多的趋势，这也是情理之中的事。

在经验自然科学中，抽象化、严密化程度最高的首推理论物理学，从而悖论在理论物理学中的作用也最明显。目前，在其他许多经验科学及新兴的边缘科学、交叉科学中，也出现了不少悖论问

题，亟待从方法论的角度加以探索、总结和把握。

如果人们弄清悖论的基本性质特别是其相对性，懂得悖论的方法论价值，就不会在悖论面前感到悲哀和恐惧。正如爱因斯坦所说：“提出一个问题往往比解决一个问题更重要。”而悖论所提出的，往往是事关科学变革的根本性问题，包含着一般科学问题所不可企及的巨大能量。因此，可以说，科学理论中真正的悖论的发现，应作为不同于一般科学发现的重大科学发现来看待，人们应当在迎接挑战、推动科学进步的意义上喜庆悖论的出现。

二、关于悖论发现机理的把握

由上面的讨论可以看出，对于科学理论中所可能出现的悖论，不应抱有避之唯恐不及，在产生后不得不动应战的心态。正确的态度应当是积极主动地去探索发现悖论，从而加速科学理论进步的进程。在此意义下，关于悖论的发现机理的把握，就成为悖论的方法论探讨的首要问题。

正如“光速悖论”的发展史表明，与其他科学发现一样，直觉、灵感、想像等非逻辑思维方式在悖论发现过程中也起着重要作用。但悖论的发现也并非全无规律可循。此处可指出三点：

第一，悖论是科学理论中不断清理逻辑矛盾的结果。任何科学理论的建立，总是伴随着不断地清理各种逻辑矛盾的过程。正是这种过程使理论逐步走向严密化、精确化和系统化。而如果在这样的过程中遇到较难消解的矛盾，尤其是涉及到理论基本原理的矛盾，则很可能意味着悖论的出现，推敲才能使悖论得以确定。从发现难以解决的逻辑矛盾到确立为悖论，需经过一个反复推敲的逻辑分析过程。应以悖论的三项标准严格衡量，排除由于隐含地使用了未经承认的前提，或推导过程中犯逻辑错误等原因而造成的“佯悖”。很难想像，类似于光速疑难这样的问题，仅仅在 16 岁的爱因斯坦头脑中出现过。关键在于爱因斯坦遇到它后数年没有放弃思考，终

于将之确定为经典物理学中无法消解的悖论。

第二，悖论往往产生于“统一性”和“推广性”的研究之中。由于悖论的出现与跨越理论层次的密切关联，悖论往往产生于不同理论或不同对象领域的统一性研究或某种理论向新的领域的推广性研究之中。所以，在进行统一性、推广性研究活动时，要特别注意悖论的探索。一旦某个真正的悖论得以确立，就可能成为创造高层次理论，并界定旧有理论适用范围的关键步骤。

第三，反复的逻辑的结构——推出的前提和推导过程——清晰易辨，为弄清问题的症结从而着手解决悖论提供了有利条件。

三、悖论的消除

从 20 世纪 30 年代一直持续至今的有关 EPR 的争论，为悖论的方法论研究提供了一个重要案例。从悖论研究的角度看，这场争论其实就是“真悖”与“佯悖”之争。爱因斯坦等人认为这个悖论相对于量子力学的哥本哈根体系来说是货真价实的，而玻尔等人指出爱因斯坦的论证使用了哥本哈根学派不曾承认或已经放弃的前提（主要是其实在性判据），但爱因斯坦等人坚持认为这些前提是什么物理学都不能放弃的。争辩中的反复推敲使人们认识到，双方分歧的焦点在于深层的“物理实在”观念。由于一系列实验构成对哥本哈根观点的支持，“佯悖”论曾一度占了上风。然而，已有不少科学家指出，爱因斯坦所持的定域实在论与相对论休戚相关。因此，当人们以现代相对论物理学和量子物理学的统一为大背景时，就会发现 EPR 可构成类似于光速悖论那样的严格悖论。它迎着新的物理学变革的到来，同时也呼唤着悖论得到解决。例如大家所熟悉的曾遭到爱迪生驳斥的一个青年的狂言：“我发明了一种能溶解一切物品的万能溶液”，驳斥它的方法便是由它加上一些合理的前提推出逻辑矛盾，从而就否定了这句狂言，这个逻辑矛盾便得以消除。还有著名的“理发师悖论”的消除也可采取同样的方法。但对

于真正的悖论，给予如此简单的消除是不可能的。仅就最简单的说谎者悖论来说，从它提出至今已 2000 多年，随着集合论悖论的发现引起现代科学界的重视也已近 100 年，但迄今尚没有公认正确的解决方案。

在悖论的消除问题上，存在两种极端的观点。一种是将悖论视为诡辩，并努力运用消除普通逻辑矛盾的常规方式来消除悖论。由于悖论是特殊的逻辑矛盾，这种努力是不可能成功的。另一种观点是鉴于消除悖论的各种努力的不成功，提出要改换思考问题的方式，即将悖论作为一种合理合法的事实来研究。

正如马佩、张建军等教授所言，悖论是一种逻辑矛盾，并且是一种特殊的逻辑矛盾。根据正确思维的基本法则，它是应当而且可以消除的。然而，由于悖论的特殊性，因而又不可能像普通的逻辑矛盾那样予以简单消除。普通的逻辑矛盾的消除主要有两种方式：对于纯粹由于思维混乱或诡辩造成的逻辑矛盾，可以通过肯定矛盾一方面否定另一方面的方式来消除；对于经过某种推论推出的逻辑矛盾，可以通过指出其某一个或某几个前提虚假或者推论中有逻辑错接受，而这就意味着否定经典逻辑的根本法则——矛盾律的普适性。后一种观点的典型代表便是方兴未艾的不相容逻辑的立场。我们认为，尽管后一种观点被一些学者称为“辩证逻辑”的观点，但它与辩证逻辑的基本精神相左甚远。正确的观点应当是：正视悖论作为一种特殊的逻辑矛盾这一性质，努力探索其产生的实在根源，寻找解释和消除悖论的正确方法和途径。

第二节 生态悖论及其现象

生态悖论最先是由西南农业大学叶谦吉教授在其 90 多岁高龄的 1997 年提出来的。他认为，生态悖论是指一切有悖于人类、自

然及社会这个有机统一整体协调发展的错误理念。从这里可以看出，它是相对于人类、自然及社会这个有机统一整体而言的。它要求这个有机统一整体协调发展，完全抛弃了在此之前的有关经济增长的片面观念。[3][4]

事实上，“人类中心主义”的伦理价值观念也必然导致生态悖论的产生。我们把由于人们对自然资源采取盲目掠夺式的开发与利用，导致森林锐减、物种灭绝、自然灾害频繁，以及由此带来的水土流失、土地沙化、环境污染、能源枯竭等一系列生态环境灾害的现象称之为生态悖论现象。生态悖论现象在人们的日常生活与工作中是相当广泛的。

一、全球性环境灾害——土地荒漠化

1992年联合国环境与发展大会对荒漠化的定义是：“荒漠化是由于气候变化和人类不合理的经济活动等因素使干旱、半干旱和具有干旱灾害的半湿润地区的土地发生退化。”实际上，土地开垦成农田以后，生态环境就发生了根本的变化，稀疏的作物遮挡不住暴雨对土壤颗粒的冲击；缺少植被而裸露的地表任凭日晒风吹，不断地损失掉它的水分和肥沃的表层细土；单调的作物又吸收走了土壤中的某些无机和有机肥料，并随收获被带出土壤生态系统以外，年复一年，不断减少着土壤的肥力，导致土壤品质恶化，于是水土流失便加速进行。

20世纪60年代以来，世界范围内干旱、半干旱和亚湿润干旱地区人口迅速增长，对地区土地开发日趋扩大，出现了人们始料未及的全球性土地荒漠化问题，涉及各大陆的100多个国家，全球约有1/6的人口生活在这些地区。截至目前，全球荒漠化土地面积为3600万平方公里，占整个地球陆地面积的1/4，几乎等于俄罗斯、加拿大、美国和我国国土面积的总和，而且正以每年5万—7万平方公里的速度扩大，相当于每年吞噬一个比利时加丹麦。据估算，

约有 9 亿人受到荒漠化的影响和威胁，全世界每年因荒漠化而遭受的损失达 420 亿美元。

我国是世界上沙漠面积较大、分布较广、荒漠化危害严重的国家之一。沙漠、戈壁及沙化土地总面积为 168.9 万平方公里，占国土面积的 17.6%。除西北、华北和东北的 12 块沙漠和沙地外，在豫东、豫北平原，唐山、北京周围，北回归线一带还分布着大片的风沙化的土地。近 20 年来，沙化土地平均每年以 2460 平方公里的速度在扩展。我国每年因荒漠化危害造成的损失高达 540 亿元。

在我国因风蚀形成的荒漠化土地面积已超出全国耕地的总和。由于水土流失，我国每年流失土壤达 50 多亿吨，使土地资源遭受严重破坏。在我国，直接受荒漠化危害影响的人口约 5000 多万人。西北、华北北部、东北西部地区每年约有 2 亿亩农田遭受风沙灾害，粮食产量低而不稳定；有 15 亿亩草场由于荒漠化造成严重退化；有数以千计的水利工程设施因风沙侵袭导致排灌效能减弱。

荒漠化的发生、发展和社会经济有着密切的关系。人类不合理的经济活动不仅是荒漠化的主要原因，反过来人类又是它的直接受害者。与荒漠化有关的社会经济因素有人口过剩、过度耕种、过度放牧、毁林和低下的灌溉水平。

过度耕种和过度放牧，都与人口增长有着直接的因果关系。人口的增长必然对农产品和畜产品需求量增加，所以导致了过度耕种和过度放牧。过度耕种促进了荒漠化形成条件：土地的肥力下降和农作物产量下降，土壤表层板结，土壤流失，土壤遭侵蚀等。

森林的过度砍伐，也是荒漠化形成的重要原因。黄河中游的黄土高原本是茂密的森林，人类的开发活动使大面积的森林遭受破坏，缺乏森林保护的土壤阻挡不住西伯利亚黄土的侵蚀，形成了干旱、荒凉的黄土高坡，面临荒漠化的严重威胁。1999 年世界人口已经超过 60 亿大关，尤应注意的是现在发展中国家 60% 最贫穷的人生活在生态脆弱的地区。这么多的贫困群体要生存，必然不顾一

切地开垦土地，导致土地荒漠化的大量产生。

据统计，在我国近几十年来土地沙漠化的面积中，因乱采滥伐引起的占 28%，过度放牧占 20%，滥垦占 24%，垦殖后水系改变招致沙漠化的占 16%，工矿交通破坏植被导致沙化的占 9%，只有一小部分是沙丘前移侵占邻近土地造成的沙化。它明显地表明，人类不恰当的经济活动是我国土地沙漠化的最主要和最根本的原因。

近年来，我国屡屡出现的沙尘暴，既是土地沙质荒漠化（沙漠化）发展到一定程度的表现，又是土地沙漠化灾害的暴发过程。沙尘暴频率和强度既与短期的气候变化，如大风的多寡、气候的干湿有关，又与地面结构、覆被状况有关。在气候正常变化下，地面状况是决定的因素。我国近 50 多年来沙尘暴发生频率呈波动减少，但从上世纪 90 年代开始，尤其是西北地区强沙尘暴有抬头之势，2000—2002 年的沙尘暴无论是数量还是强度都达到了 1949 年以来的最高峰。

二、慢性环境灾害——水土流失

我国水土流失主要发生在黄土高原、长江上游和滇黔桂石灰岩分布地区，除了水蚀直接流失表土，植物失去生长条件外，生物多样性的破坏还导致水、旱灾害交替，地质灾害（泥石流、滑坡、崩塌）频繁，石灰岩分布地区由于水土流失严重，表土被水蚀，岩石裸露呈劣地景观（微型喀斯特地貌），有人称“石漠化”。

荒漠化不但阻碍了农业经济本身的发展，并使生态环境出现灾难性变化。

1986 年全国生态破坏造成的直接经济损失为 831.4 亿元，约占同期全国国民经济生产总值的 8.57%，其中土地沙漠化、水土流失和土壤盐渍化三大荒漠化灾害每年造成的直接经济损失 540 亿元。损失随着经济的发展同步增加，美国东西方中心关于中国 1990 年环境经济损失的计算结果显示，土地荒漠化损失为：低值

607亿元，高值 1161 亿元，相当于当年国民经济总产值的 3.45%—6.59%。

由于自然条件限制因素较多，经济基础薄弱，加之全球气候变化、生态环境恶化、水土流失、沙漠化和土壤次生盐渍化严重发展，使西部经济更加落后。据《西部大开发建设绿色家园考察报告》（2000 年）载，广西石灰岩地区的古兰屯林区无一分水田，停止森林采伐后，只有靠人均 0.77 亩石头田种苞谷维生，年人均有粮 140 公斤，收入 300 元左右，可算我国贫困之最。发展滞缓拉大了东西部经济的差距。据有关资料，1999 年西部 12 省市区市国民经济增长为 15354.02 亿元，增长率为 4.64%，低于全国增幅 3 个百分点，所占份额下降。长此发展下去，东西部之间的差距将越来越大。

在人口的压力下，土地资源不仅后备资源短缺，而且处在逐渐退化之中。其主要原因是过度放牧、乱砍滥伐森林、流水侵蚀、风力吹蚀和不合理的农业利用。由于土地的退化，又会引起单位土地面积上的载畜量和粮食产量的大幅下降，就严重地威胁着世界粮食安全。由于水土流失等造成的土地退化又进而破坏自然资源，造成对人类社会的报复。因为人类对自然资源的利用是有限的，被利用的自然资源主要是一些可再生资源，可再生资源的循环再生条件如果不被破坏，资源可以再生，人类社会与自然资源可保持融洽和谐的关系。自从人类进入工业化社会后，生产力水平提高了，人类改造自然的能力增强了。但是，人们在无知、盲目和贪婪的动机驱动下，一味地从大自然中索取各种资源，不对大自然的循环过程进行维护，使大自然不堪重负，终于以各种形式向人类提出抗议，实行报复。这在人们现实的生活中已得到证实，主要表现在以下几个方面：

（一）造成洪水肆虐

在当今世界面临的环境问题中，由于不合理地开发和利用自然

资源所导致的森林锐减、水土流失和土地沙漠化问题，是一个十分严重的问题。由此而造成洪水肆虐，就是最好的证明。以 1998 年我国长江洪水突为例，形成的原因有以下几个方面：

其一是滥砍乱伐森林。森林有巨大的涵养水源、调节径流的作用，森林的立体结构能对降水层层截持，有减弱降水对地面侵蚀的动能，也能使降雨量得以缓减，而且，森林枯枝落叶的持水量又是其本身重量的 4 倍，还可借助良好的土壤结构将地表水转化为地下径流。在雨季，森林能在一定程度上减弱洪峰流量，延缓洪峰到来时间；在旱季，能增加枯水流量，缩短枯水期长度。由于滥砍乱伐，造成无林和少林，洪峰就会迅猛进退，加大了洪水的威胁。长江上游是我国主要西南林区的分布地，由于长期以来重采伐轻种植、重夺取轻补给，森林资源遭到严重的破坏，木材生产成为经济发展的一种困惑。自 20 世纪 50 年代起，森林就遭遇浩劫。特别是 20 世纪 60 年代的三线建设，对天然林区造成了毁灭性的破坏，尤其是地处长江上游的四川省不少县的森林覆盖率只有 3%—5%。

其二是湿地湖沼不合理的开发利用。湿地包括湖泊、沼泽、泥炭地等，是流域来水的调节库，承担着蓄泄河川、维持流域水量平衡、降解污染物和提供旅游资源等作用，素有“地球之肾”的美誉。由于人们不停地沿河沿湖围垦，湿地范围锐减，调蓄洪水能力急剧下降。新中国成立以来，长江流域有近 1/3 以上的湖泊被围垦，造成大量湖泊消亡，蓄水容积锐减。同样，由于缺水，地下水被超量开采，一些地区地面沉降，致使河湖干涸。黄河从 1972 年开始出现断流，1985 年以后年年断流，生态环境逐步恶化。

其三是土地不合理的耕作。长江流域是古老的农业区，在巨大的人口压力下，有些山高坡陡的区域内，可耕地很少，农民不得不在河川两岸开荒种地，不少耕地又是在没有水土保持措施情况下顺坡耕作，陡坡上的过度垦殖，会使林地减少，产生严重的水土流失，水土流失又造成长江中下游的河床湖泊的淤积，土壤对降水起

了截流作用，这就更增加了洪水的危险。

其四是气候异常。洪水流量有的虽属中等水平，可水位却很高，而且，当时又逢大雨、暴雨之时，这种异常的气候，更使受灾范围之广达到空前的地步。

总体而言，长江流域生态环境的严重破坏，人为因素是此次洪水泛滥的主要原因。这次巨大洪水暴发，与其说是天灾，不如说是人祸，是自然资源对人类的惩罚。

（二）引起茫茫赤潮

赤潮是海洋中某些浮游生物在一定环境条件下爆发性增殖或聚集，引起水色变化的一种生态异常现象。赤潮生物多为浮游植物（藻类），在我国海域约分布有 130 种。赤潮灾害是通过藻类产生毒素，使水生动物引起物理性刺激或降低水体中的氧而引起海洋动物大量死亡，最终形成有毒生物汇集，并对其他动物包括人类产生毒害作用，给海水养殖业等造成重大损失。

近年来，赤潮在我国近海频繁发生，致使鱼、虾、贝类大量死亡，造成直接经济损失惨重。海水富营养化是赤潮发生的必要条件，在经济高速增长和人口快速膨胀的背景下，人类对近海岸地区的开发利用加强，生活废水、工业废水和养殖污水大量向海洋排放，使海域产生了高度富营养化现象是赤潮形成的重要原因。赤潮现象是大自然向人类亮出的黄牌。

同样，在我国七大江河中已有四条被严重污染；湖泊中有 2/3 以上被污染；辽河、海河有的河段已成了污水沟；近岸海区环境质量在逐年下降，近海无机氮的超标率已超过 70%，江河湖海的生态环境破坏还在加剧中。

（三）迎来疯狂的沙尘暴

沙尘暴是由风与沙相互作用所产生的灾害性天气现象。沙尘暴发生时，遮天蔽日、粉尘俱下，给环境带来极大的污染，是另外一种环境问题。沙尘暴主要发生我国北方的春季，频繁发生。沙尘暴是

在一定条件下发生的。我国北方地区沙尘暴经过的地方大都是干旱或半干旱地区，由于过度放牧、樵采、搂发菜等人为原因，原来的固定沙丘活化，流沙不断向南移动。我国是受荒漠化危害最为严重的国家之一，遇到大风天气，就会有大量沙尘被吹向天空，是北方沙尘暴的主要沙尘来源。沙尘暴也是大自然对人类不合理利用资源的一种报复。

三、环境污染

随着人类对自然资源耗用量的急剧增长，排放至环境中的废弃物也日益增多，自然环境能为人类提供的降解、消化排放废弃物的能力却越来越弱，也就必然影响到人类的生存和发展，主要表现在以下几个方面：

（一）大城市的空气污染严重

随着经济发展，工业化的推进，城市化进程的加速，以及汽车的进一步普及，人类在活动中向大气排放的烟尘和有毒气体猛增。二氧化碳、铝、砷、汞、镉、一氧化碳、悬浮颗粒物等弥漫在城市低空，已超出自然背景值，造成大城市的空气污染严重，也使土地、建筑物、文明古迹等严重腐蚀。

（二）温室效应与全球变暖

所谓温室效应，是指大气中某些气体含量增加，引起地球平均气温上升的现象。这类气体称之为温室气体，包括二氧化碳、甲烷、氯氟烃、臭氧等。由于近年来工业燃料排放的二氧化碳与日俱增，加之森林植被破坏，使大气中的二氧化碳含量大为增加，这就会使两极的冰川融化，给人类造成重大灾难。在 21 世纪，地球平均气温将上升 1—3.5℃。温度的升高将造成干旱地区的气候更为干旱，全球海面大幅上升，沿海大量的城市将因海面的上升而被淹没。目前世界上 35 座最大城市中，有 20 座地处沿海，它们的淹没会给人们带来难以想像的灾难与威胁。

（三）臭氧层遭破坏

臭氧是一种淡蓝色具有特殊臭味的气体，是氧气的同素异形体。臭氧层的最重要功能是吸收太阳的紫外线辐射，它像一个巨大的过滤网，对地球上人类和生物的生存健康具有重要意义。然而，臭氧层正遭受人工合成的化学物质氟里昂的破坏，人们通过电冰箱、空调机或超音速气机放出此种物质。它把臭氧分解成氧气和氯气，而氯气又不断分解臭氧，臭氧层就此遭受到破坏。臭氧被破坏后导致地面紫外线辐射增加，使人类皮肤癌的发病率增高，免疫系统受到抑制，双目失明的患者增加；也将使小麦、大豆、玉米、土豆等粮食作物大量减产。臭氧空洞已成为影响人类生存的一个重大环境问题。

（四）水体污染加剧

陆地水体污染源自工业废水、生活污水和降雨对化肥、农药及其他污染物的冲刷，以及空气中的降尘，它已危及水生生物，损害人类健康。海洋污染来自工业排污、渔船抛撒物、塑料渔具、商船的废弃物、海上大规模石油开采以及轮船的溢漏和排污，这些水体污染造成酸、碱、盐、重金属严重超标，是环境污染的又一重要表现，尤其在发展中国家更为严重。

四、水资源匮乏短缺

世界水资源的时空分布极不平衡，有些地区非常丰富以至出现洪涝，有些地区用水极为困难。由于环境污染严重，很多淡水资源被破坏而不能使用。目前，世界上水资源不足的国家有 80 个，缺水人口占世界总人口的 40%。尤其是中东、北非、中亚等干旱地区，缺水情况十分严重。我国从总水量看居世界第一位，但人均水资源拥有量却居世界第 80 位，人均水资源拥有量只有世界人均的 1/4。北方地区缺水严重，南方地区有些城市由于水体污染严重，也产生供水紧张的现象，这已成为制约世界经济发展的一个重要因

素。

五、生物资源破坏严重

由于人类活动、气候变化和对土地无止境的开发，影响了生态环境平衡，致使生物资源遭受严重破坏。全球森林覆盖率持续降低，海洋中渔业资源的数量也大幅度减少，许多物种濒临灭绝。

六、能源矿产资源的耗竭

由于全球工业化速度加快，加速了对矿产资源的开采，能源矿产资源的短缺将极大地制约世界经济的增长。按目前石油的年产量，大约还可开采四五十年，人类将面临“石油枯竭”的危机。煤炭的消耗量仅次于石油，按目前煤炭产量计，储量可供 219 年采用，但煤炭在燃烧时要释放大量 CO_2 和 SO_2 ，使大气增强温室效应，导致酸雨，造成严重环境问题。因此，应控制煤炭的使用。此外，全球最常用的铅矿、锌矿、铜矿、锡矿、镍矿、汞矿、锑矿、钛矿等 9 种有色金属矿产，可开采的年限也不会超过 50 年到 100 年，这些资源耗尽就没有替代品可用，世界经济发展将面临更多问题。

第三节 生态悖论产生的历史分析

生态悖论是相对于人类、自然及社会这个有机统一整体而言的，它要求这个有机统一整体协调发展，完全抛弃了在此之前的有关经济增长的片面观念。也就是说，生态悖论的产生是历史发展的必然产物，是人类社会发展到一定阶段的集中体现。

人类的出现大约在 200 万—300 万年前，是由古猿进化而来。而地球——我们人类赖以生存和发展的家园大约在 47 亿年前就已