

# 《人类发展资源利用广度与深度空间的进化论》 前言

大家知道，英国科学家达尔文从生物进化的角度，提出了人类发展的进化论；法国哲学家德日进从人的心智的角度提出了人类发展的进化论。《人类发展资源利用广度与深度空间的进化论》则是从资源利用的角度提出了人类发展的进化论。

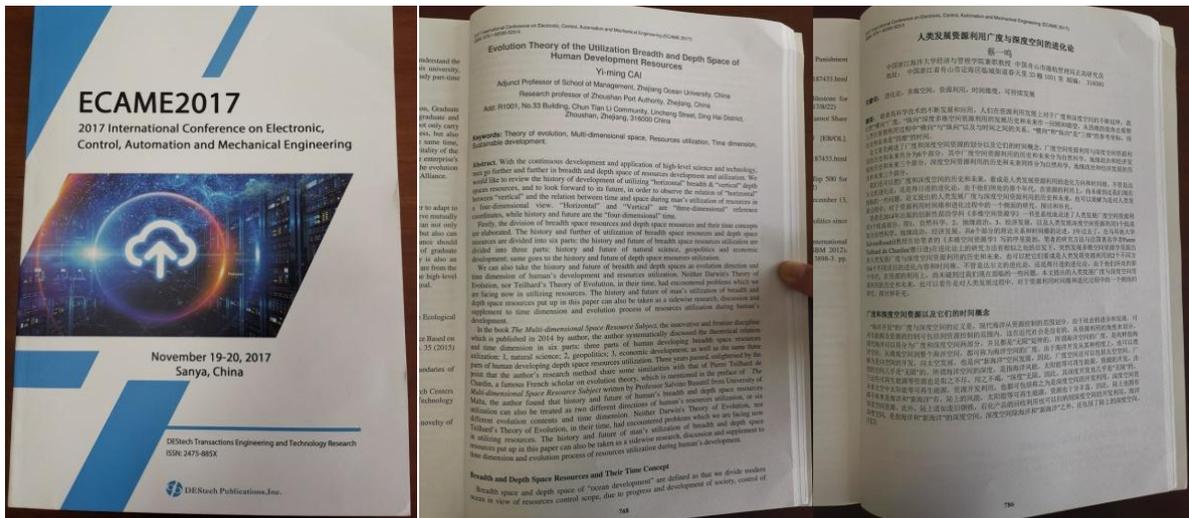
《人类发展资源利用广度与深度空间的进化论》于2017年参加了一次在中国三亚举办的国际学术研讨会。这次学术会议的影响并不大，但是，对于这篇学术论文来说，重要的是通过“DEStech Publications, Inc”出版社出版的国际学术会议的学术期刊，取得了这篇论文的国际版权保护，并且还破了这家出版社在这一会议国际学术期刊上，只发表英文论文，而没有中文论文的记录。破记录用英文和中文同时在这期学术英文刊物内发表。

《人类发展资源利用广度与深度空间的进化论》一文是2017年笔者在舟山工作期间利用业余时间撰写脱稿完成的学术论文，仅供大家参阅。

蔡一鸣

上海心也环境发展中心

2021/4/7



《人类发展资源利用广度与深度空间的进化论》(中文)原载:

2017 International Conference on Electronic, Control, Automation and Mechanical

Engineering (ECAME2017) ISBN:978-1-60595-523-0. PP786-797

# 人类发展资源利用广度与深度空间的进化论

蔡一鸣

中国浙江海洋大学经济与管理学院兼职教授 中国舟山市港航管理局正高研究员

地址：中国浙江省舟山市定海区临城街道春天里 33 幢 1001 室 邮编：316000

**关键词：**进化论，多维空间，资源利用，时间维度，可持续发展

**摘要：**随着高科学技术的不断发展和应用，人们在资源利用发展上对于广度和深度空间的不断延伸，我们把“横向”广度、“纵向”深度多维空间资源利用的发展历史和未来作一回顾和瞻望，从四维的视角去观察人类在资源利用过程中“横向”与“纵向”以及与时间之间的关系。“横向”和“纵向”是“三维”的参考坐标，而历史和未来是“四维”的时间。

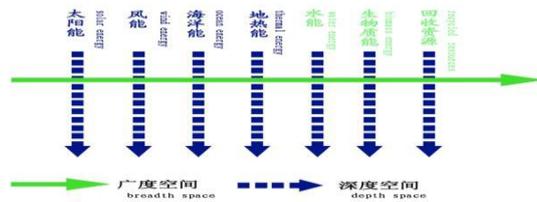
论文首先阐述了广度和深度空间资源的划分以及它们的时间概念。广度空间资源利用与深度空间资源利用的历史和未来共分为6个部分，其中广度空间资源利用的历史和未来分为自然科学、地缘政治和经济发展的历史和未来三个部分，深度空间资源利用的历史和未来同样分为自然科学、地缘政治和经济发展的历史和未来三个部分。

我们还可以把广度和深度空间的历史和未来，看成是人类发展资源利用的进化方向和时间维。不管是达尔文的进化论，还是得日进的进化论，由于他们所处的那个年代，在资源的利用上，尚未碰到过我们现在面临的一些问题。论文提出的人类发展广度与深度空间资源利用的历史和未来，也可以理解为是对人类发展过程中，对于资源利用时间维和进化过程中的一个侧面的研究、探讨和补充。

笔者在2014年出版的创新性前沿学科《多维空间资源学》一书里系统地论述了人类发展广度空间资源利用3个组成部分，即1、自然科学，2、地缘政治，3、经济发展，以及人类发展深度空间资源利用3个组成部分自然科学、地缘政治、经济发展。共6个部分的理论关系和时间维的论述。3年过去了，在马耳他大学 Salvino Busuttil 教授在给笔者的《多维空间资源学》写的序里提到，笔者的研究方法与法国著名学者 Pierre Teilhard de Chardin(德日进)在进化论上的研究方法有相似之处的启发下。突然发现多维空间资源学里提出的人类发展广度与深度空间资源利用的历史和未来，也可以把它们看成是人类发展资源利用的2个不同方向6个不同项目的进化内容和时间维。不管是达尔文的进化论，还是得日进的进化论，由于他们所处的那个年代，在资源的利用上，尚未碰到过我们现在面临的一些问题。本文提出的人类发展广度与深度空间资源利用的历史和未来，也可以看作是对人类发展过程中，对于资源利用时间维和进化过程中的一个侧面的研究、探讨和补充。

## 1. 广度和深度空间资源以及它们的时间概念

“海洋开发”的广度与深度空间的定义是，现代海洋从资源控制的范围划分，由于社会的进步和发展，可再生能源及资源的控制可包括到资源控制的范围内，这在近代社会是没有的。从资源利用的角度来划分，现代海洋可以再分为广度和深度空间两部分。并且都是“无限”延伸的。所谓海洋空间的广度，是纯粹指海洋空间，从微观空间到整个海洋空间，都可称为海洋空间的广度。由于海洋开发从某种程度上，也可以理解为是向空间的开发，向太空发展，也是向“新海洋”空间发展，因此，广度空间还可以包括太空空间。广度的空间几乎是“无限”的。所谓海洋空间的深度，是指海洋风能、太阳能等可再生能源、资源的开发，由于这些可再生能源等资源也是取之不尽，用之不竭，“深度”无限。因此，其深度开发也几乎是“无限”的。未来太空中太阳能等可再生能源、资源开发利用，也都可包括称之为是深度空间的开发利用。深度空间资源不单单是海洋和“新海洋”有，陆上的风能、太阳能等可再生能源、资源也十分丰富，因此，陆上也拥有深度空间资源。此外，陆上诸如废旧钢铁、石化产品的回收利用也可以归纳到深度空间的开发利用。海洋深度空间，是指海洋和“新海洋”的深度空间，深度空间除海洋和“新海洋”之外，还包括了陆上的深度空间。[1][2]



图一：资源广度及深度空间关系示意图

广度空间是从海洋微观空间向海洋、“新海洋”横向“一条线”上的不断延伸；深度空间是在广度空间“一条线”上的“一个点”上纵向的不断延伸，在一个点上获取能源等资源，取之不尽，用之不竭。此外，陆上诸如废旧钢铁、石化产品“点与点”的回收也可以归纳到深度空间的开发利用。

深度空间资源以可再生能源及资源为代表，广度空间资源以不可再生化石能源及资源为代表。

深度空间资源时间概念，指的是深度空间资源不同时间段的不同状态。包括了能源等资源在循环状态下一种带有时间概念的分析 and 界定。深度空间资源“点”的时间概念，是指太阳能等能源资源在一个点上的瞬间做功和延伸。而“点循环”的时间概念，是指植物型资源点循环的时间概念，这一时间概念涵盖了对于人类利用植物型资源，对生存环境产生影响的一个合理的时间段。“点与点”资源循环的时间概念，是指人类社会对废钢、废玻璃等可再生资源的循环使用。[3]

深度空间能源等资源的利用是在一个点做功和延伸的过程中，不改变或极微弱地影响自然环境，不对自然环境产生化学结构的影响，或是只是合理时间段的影响，在合理时间段之后即恢复自然状态。

广度空间资源的短期、中期、长期三个阶段时间循环。1、广度空间能源等资源短期阶段性时间循环，主要是指人类广度空间能源等资源利用所产生的二氧化碳等物质，在地球外部圈层的阶段性时间循环。二氧化碳在表层海水和深层海水之间的交换是一个缓慢的过程，表层海水储存二氧化碳的空间比较有限，通过与深层海水的交换储存了更多的二氧化碳，一次交换的时间在几百年到几千年之间。2、中期阶段性时间循环，主要是指人类广度空间能源等资源利用所产生的二氧化碳等物质，与化石能源等资源或碳酸盐岩之类物质之间的循环。人类的历史比较短，远远不足以见证中期阶段性循环时间，因此，中期阶段性时间循环严格地说指的是二氧化碳等物质与化石能源等资源或碳酸盐岩之类物质之间的循环。这一循环的时间需要几千年至几亿年的时间。3、长期阶段性时间循环，是指地球物质的全面循环。[4]

广度空间资源与深度空间资源的本质区别在于，从资源利用做功时间（如果把循环时间也算在一起）和对环境的影响上来讲广度空间资源做功时间太长，排放超量，影响和破坏人类生存自然环境。深度空间资源是一个“点”的利用，瞬间做功或在做功之后的物质循环以对环境的影响有限，适合人类生活为准则。获取广度空间资源对于空间的要求需要平面横向的扩张来获取资源；深度空间资源获取以点的利用为基础，因此，获取资源无需依靠对于空间的平面横向的不断扩张。需要指出的是这种特征区别应用到多维空间资源学的地缘政治和多维空间资源学的经济发展上同样相适应相联系。[1][5] 资源的利用离不开在自然科学基础上的科学发展，与地缘政治、经济发展又有着密不可分的联系。

如果用十字坐标来分析广度空间资源利用的历史和未来，可以用横线“横向”来表示。而深度空间资源利用的历史和未来如果用十字坐标来分析，则可以用竖线“纵向”来表示。

限于论文篇幅限制的关系，下面就广度和深度空间资源利用6个部分的历史和未来作一简单的论述。对它们的时间维作一个回顾和瞻望。

## 2. 自然科学广度空间资源利用的历史与未来

人类社会对于广度空间化石能源等资源作为工业燃料和原料的广泛利用，对于全球生态环境渐渐有影响的资源的开发利用，则要从工业革命之后算起。

### 2.1 自然科学广度空间资源利用的历史

19世纪中叶，木柴、水力和煤是工厂主要的动力能源；点灯的燃料是植物和动物油，或使用一点自然露头的石油，规模小，对环境的影响也不大。随着工业的快速发展，动力能源燃料和工业原料的需求开始猛增，全世界每年排入环境的废气废物也开始猛增。

18世纪末，人类发现的化学元素只有20多种。现在94种天然元素已经全部发现，而且还制成了十多种人造元素。据统计目前人工制取的各种化合物的种类已超过800万种。其中有毒化学品的年产量高达400万吨。[6] 在北极附近格陵兰冰盖层中，近几十年来铅和汞的含量不断上升。20世纪60年代末爱尔兰海上成千上万只海鸟死去，经生物学家解剖发现，海鸟体内含有高浓度的多氯联苯。从生息在荒无人烟的南极大陆上的企鹅体内也检出了DDT。

20世纪70年代据估计。全世界每年排入环境的固体废物超过30亿吨。每年排入环境的废水约6000~7000亿吨。[6] 1970年至2004年期间全球温室气体年排放总量已经增长了70%。大气中氧化亚氮的浓度远远超出工业化前几千年中的浓度值，而甲烷和二氧化碳浓度则远远超出过去65万年的自然范围。[7]

2014年11月2日，联合国政府间气候变化专门委员会（IPCC）发布第五次评估报告的《综合报告》指出，气候变化将会增强对人类和生态系统造成严重、普遍和不可逆转影响的可能性。报告确认气候系统变暖是毋庸置疑的。自20世纪50年代以来，许多观测到的变化在几十年乃至上千年时间里都是前所未有的。相比之前的评估报告，本报告更为肯定地指出自20世纪中期以来温室气体排放以及其他人为驱动因子已成为气候变暖的主要原因。破坏气候的人类活动越多，其产生的风险也就越大。[8]

2017年8月2日地球超载日（Earth Overshoot Day）提前近5个月到来。根据世界自然基金会和全球足迹网络近期公布的一份报告显示，2017年前7个月里，人类排出的碳，比海洋和森林可以在一年里吸收的量还要多。人们捕了更多的鱼，砍了更多树，消耗了更多的水。而燃煤、石油和天然气的温室气体排放，占全球人类生态足迹的60%。地球人类消耗的资源，需要相当于1.7颗地球才能提供。报告指出，今年的地球超载日为8月2日，这一日期比30年前提前了139天，往前推进了4个多月。[9]

## 2.2 自然科学广度空间资源利用的未来

由于人类过于贪婪的索取自然资源的行为，在保持平衡循环的大自然和自然资源面前，达到了几乎疯狂和忘乎所以的程度。如果再不加以有效的制止，人与自然的矛盾将会更加激化。

据报道世界各地的监测站都发出了警告：地球上二氧化碳排放的增速在2015年和2016年刷新了历史最高纪录。进入2017年之后，速度稍有减缓，但仍然高得不同寻常。自从80年代全球气候危机获得广泛了解以来，近年来，人们排入空气中的二氧化碳量已经趋于稳定，至少各国自行汇编的排放量数据是这样显示的。值得引起重视的一个现象是碳排放在减少，二氧化碳却剧增。[10]如果人们排出的二氧化碳量已经没有在增加，那么空气中的二氧化碳量为何比以往任何时候都增加得更快？这是否意味着二氧化碳的天然吸收物正在发生变化？也就是说大自然二氧化碳的吸收能力在降低。

据2016年5月25日的媒体报道，最新一期《自然气候变化》（Nature ClimateChange）期刊刊登的一则研究报告指出，全球已知的化石燃料储备若燃烧耗尽，将导致地球比科学家先前所推测的更加不适于居住。到时世界平均气温将攀升高达9.5摄氏度，这比2015年12月巴黎气候变化大会定下要将全球升温幅度限制在2摄氏度以下的目标，还要高出四倍。虽然这属于极端情况。专家认为不应忽视出现这种极端情况的可能性。[11]

广度空间的化学反应是指人类在地球及太空的生活和生产，所排放的废气、废物，影响地球及太空自然物质正常的化学循环，从而引起地球及部分太空物质世界正常的化学性的循环变化。

广度空间资源利用的未来，如果继续无休止地任其发展，越走越远，从而导致某一天人类的科技水平无法逆转的生态环境的继续恶化，最终将会导致地球自然环境新轮回的开始，届时，人的生存已经不复存在，因此，广度空间资源利用地缘政治的未来，经济发展的未来也就无从谈起。[1]

气象和地质学家告诉我们，地球气候亿万年来不断地发生变化其实是一个常态。刚刚经历过的一万年，实际上只是广度空间资源利用过程中的一个短暂的过程，也是在地球气候历史上唯一没有发生急剧变化的时期。科学地把握好广度空间“横向”发展中的短暂过程，对于人类社会来说，却可以得到拥有对于资源利用和环境问题长远的利好和安宁。[1][4]

## 3. 地缘政治广度空间资源利用的历史和未来

提出资源利用的时间维度，与使用尺子的目的和作用是一样的；目的是在资源动态的时间维度上量化广度和深度空间资源，在资源本质动态的时间维度上作测量。而划分资源的广度和深度空间，使测量资源时间维度的长短有了坐标。这种坐标和时间维度，同时，为人类社会在资源利用的发展过程，提供了参考坐标依据，并根据参考坐标进化分析及探讨。从进化论的角度去理解，它们的时间维度便是它们的进化时间的参考。

获取广度空间资源需要“横向”的扩张来获取资源。自从人类走向海洋，走向“新海洋”以来，由于科技和工业的巨大进步。人类社会对于自然和环境的影响却发生了革命性的变化，并面临“能量巨大”的生存危机。

### 3.1 地缘政治广度空间资源利用的历史

从资源利用地缘政治的历史去分析，人类走的是一条在地理上不自觉的平面横向不断对外发展、扩张的道路。人类科技进步，对外扩张。虽然，并非清晰地意识到所走的每一步可能存在的问题。尽管这所走的每一步，不见得都与资源利用有直接的联系，但科技进步、对外扩张、人对自然的认识和生态问题与自然

资源利用的地缘政治确实确实，有着不可分割的因缘关系。[1] 也就是说横向对外扩张（地缘政治）、资源利用、环境问题存在着直接的联系。

人类在走着一条习惯上从地缘政治、经济学理论到自然科学都未曾怀疑过的在平面横向空间上扩张、扩张、再扩张的，经典的有着历史基础的老的发展理念。这一传统的发展思路对要提高人的生活水平，并解决人类的发展问题，答案似乎只有一个，不断平面横向地扩张空间，获取资源财富。结果是带来战争、资源缺乏、环境问题，最终造成自身的生存危机。[1]

航海技术进步，导致了新航路与地理大发现；以及殖民征服；新航路与地理大发现促进了欧洲商业革命和东西方文化交流；推进了人类社会全球化的进程和扩张；同时，殖民地行为也是对外扩张与对外利益的掠夺。

世界大战与地缘政治理论。1897年德国地理学家F. 拉采尔（Friedrich Ratzel），被认为是地理学的“第一代大师”。认为国家是需要空间增长的“有机体”，有兴盛和衰亡，国家的兴盛需要广阔的空间，需要靠对外扩张来维持“生命体”增长的营养。希特勒认为谋求生存空间，唯一的办法就是对外扩张通过战争来夺取土地和资源。这些扩张生存空间重新分配领土和资源的地缘政治侵略理论，为1914至1918年第一次世界大战和1939年至1945年第二次世界大战提供了发动侵略战争的理论基础。

传统的地缘政治在本质上都是“零和”性质的政治博弈，是为了追求扩张、利益和权势而进行的对外战略。这与多维空间资源学地缘政治同时结合资源利用的规律有着很大的、本质的不同。

### 3.2 地缘政治广度空间资源利用的未来

以我们人类目前的科学水平，其实，也无法十分正确地预测出，由于人类活动，地球气候变化之后产生的各种化学和物理的环境变化。但也诞生了以主流科学研究结果为依据的纪录片和电影，这些纪录片和电影虽然没有能像学术论文那样严谨地来研究和反映气候变化引起的环境问题。却根据全球顶尖科学家的研究成果强烈地打上了科学的烙印。这些纪录片和电影结合研究成果形象地反映了地球气候变化可能产生的环境变化。[1]

《难以忽视的真相》（An Inconvenient Truth）于2006年在圣丹斯电影节首映，由前美国副总统戈尔主演。电影是一部纪录片，根据学术界有关气候变迁的一些资料并对此做出预测。

《后天》力图展现和说明的是：如果温室效应和全球变暖的趋势继续发展下去，势必会引发全球范围内的重大灾难。

《家园》（Home——A Stunning Visual Portrayal of Earth）《家园》赞扬了哥斯达黎加政府成为第一个放弃军队的国家，将全部军费开支用以国民教育和绿色旅游，描绘了以色列人用地灌技术在沙漠中种植优质的粮食作物。

《改变世界的六度》英国科学家马克·林纳斯根据（IPCC）所提出的“第三次评估报告”来编排，生动地结合现代科学的研究成果描绘了气候上升6度，自然界和人类社会地缘政治在不同阶段将会产生的状况和后果。

地缘政治走向海洋、“新海洋”的发展规则。二次世界大战证明了一个公理，把地理空间扩展作为国家和民族的发展战略，损人害己，必将遭到正义力量的制裁。同样的道理，人类在走向“新海洋”的过程中，倘若仍然以纯空间扩张为目的，假如有外星人的话，势必会受到外星人的关注或制裁。如果以纯空间扩展为目的走向海洋和“新海洋”既受到自然界承载能力和与自然和谐的限制，又会受到人类和比人类更为发达的其他生物（如果有的话）的特别关注和严厉制裁。当然，人类也需要自卫能力，但是，是为了捍卫正义而存在。[1][5]

短短几百年的时间，我们人类的活动范围，从以大陆为主，通过航海走向海洋；并进一步向太空——“新海洋”开拓。我们需要了解海洋和“新海洋”，需要走得更远。但尤其重要的是要以科学的态度来善待海洋和“新海洋”。由于受对资源利用规律性认识的科学的理性局限，巩固适合人类生存的自然环境与资源超载利用（包括地理空间扩展）二者之间带来了前所未有的不可忽视的严重挑战。

## 4. 经济发展广度空间资源利用的历史和未来

人类活动导致广度空间资源的化学反应循环，从而产生对人类未来社会发展经济的影响，主要是两方面。即环境变化的经济影响和资源消耗的枯竭影响。

### 4.1 经济发展广度空间资源利用的历史

资源是人类社会生存和发展的基础，形态万千。早在3000多年前中国便有以煤炭作为燃料的记载。大约2000多年前，古希腊开始开采和利用煤炭。

19世纪70年代，人类社会进入“煤炭时代”，煤炭取代木柴成为主要能源。19世纪70年代煤炭在世界能源消费结构中占24%。接着电力进入社会各领域，蒸汽机和火电站迅速发展，到20世纪初对煤炭需求量达到95%。[12] 20世纪50-60年代，世界各国出现汽车、电视机、电冰箱、洗衣机“四大件”购买热，世界石化工业得到迅速发展。1950年世界能源消费，煤炭占50.9%，石油为32.9%，天然气占10.8%。

20世纪60年代世界能源进入“石油时代”。石油产量与消费量超过煤炭。1969年石油产量突破20亿吨。20世纪70年代，世界石油年贸易量为15亿吨，约占世界总贸易量的1/5，占海上商品吨位的53%；油轮占商船吨位的40%。[12]

目前化石能源中，石油依然占据着重要的地位，其次是煤炭和天然气。根据《BP世界能源展望（2017年版）》中文版介绍，2015年化石能源占世界能源的总供给量高达85%。该报告预测，到2035年，石油仍旧是世界第一大能源，天然气将超越煤炭成为第二大能源。化石能源占世界能源的总供给量仍在75%以上。到2035年，石油、天然气和煤炭在一次能源消费中的占比分别为29%、25%和24%。[13]

煤炭石油等化石资源利用在开始和开采利用的过程中，人们对其燃烧后物质在自然循环的认识不足。因此，就有了对于资源过多和不合理的索取的说法，以及人心贪婪之说的评价。

## 4.2 经济发展广度空间资源利用的未来

**气候变化的经济影响。**2050年发展中国家的经济发展可能停滞或倒退。联合国开发计划署2011年发布的报告称，如果各国不采取果断措施应对气候变化带来的影响，发展中国家的经济发展到2050年可能停滞或倒退。[14] 全球气温升高后，世界粮食生产的稳定性和分布状况将会有很大变化。据预测，到2030年非洲南部的玉米和小麦产量将大幅下降。[14]

海平面上升导致低地被淹。海岸被冲蚀。旅游业受损失，沙滩后退。据悉，人们现在平均每年4次得加高堤坝。随着海平面上升，加高堤坝的频率会显著增加，沿海和岛国占世界1/3的人口居民的生活会受到威胁。如果极地冰冠融化，沿海地区将被海水吞没，马尔代夫、塞舌尔等低洼岛国将从地面上消失，上海、威尼斯、香港、里约热内卢、东京、曼谷、纽约等海滨大城市以及荷兰、埃及等国也都将难逃厄运。[15]

**资源消耗的枯竭影响。**资源是经济主要的组成部分。资源的过度开发在为人类社会的发展带来环境问题的同时，伴随而来的是资源消耗枯竭的严重问题。地球花了46亿年时间为我们积累的石油、天然气和煤，据科学家估计，石油可维持采矿的年数是46年，天然气可维持开采的年数是65年，煤可维持采矿的年数是169年。[16]

2050年，全球淡水消耗突破底线。国际科研小组发布了一份报告，称人类每年对淡水消耗的底线是4000立方千米，当前每年消耗2600立方千米，预计本世纪中叶将接近底线。

目前，中国是世界人均水资源最贫乏的13个国家之一。[16]

原生有色金属矿产资源正在趋于枯竭。据中国矿业网介绍2020年前后银等稀有金属将会开采完。估计地球上拥有的铜储量，最多可以维持我们10年内的使用。银在10年内就会被耗尽。铂一旦开采完，地球将不再会有获得铂的办法。全世界的所有铂金属在15年内就可以用光。同样的事情还发生在了很多其他稀有金属上。被用作制造阻燃材料的铋金属15年将被用光，锌可能在2037年被用光。截止到2002年地球上已经探明的有色金属储量如果按现在的开采速度计算，可供开采的年限分别为：铜22年、铝164年、镍77年、锡28年。[16]

《BP世界能源展望（2017年版）》的预测报告指出，来自能源使用的碳排放量将以低于过去20年平均增速（2.1%）三分之一的速度增长（0.6%）。但全球碳排放量到2035年将增加约13%，远远超过国际能源署450情景的预测——即到2035年，全球碳排放需下降约30%才有机会实现《巴黎气候协定》制定的减排目标。[13]

用经济手段如何有效解决调控全球碳排放，显然仍然面临着十分严峻的现实问题。

最令人担忧的是，大量的广度空间的化石资源的利用和排放，是否会引起地球化学物质循环对于人类生存条件环境相对来说的突然变化？对于这一切我们人类还显得很无知。并且，缺乏应有的高度重视和准备。

## 5. 自然科学深度空间资源利用的历史和未来

深度和广度空间资源划分以及它们的时间概念是多维空间资源学自然科学、地缘政治和经济发展历史和未来的基础。没有了基础，历史和未来也无从谈起。深度空间和广度空间资源其概念范围包括了“新海洋”——太空，并在学术理念上融合了自然科学、地缘政治和经济发展“三位一体”的共同发展。可见，深度空间、广度空间资源与可再生和不可再生资源的概念，也是有较大区别的。自然科学深度空间的资源利用是通过人们对这一领域的科技发明、创新和产业转型，实现对深度空间资源科学合理的利用。

### 5.1 自然科学深度空间资源利用的历史

约200、300万—公元前1万年，人类打制石器流行，已使用火。火的发明是人类历史上最早利用太阳能。约公元前8000年—公元前2000年：人类出现了原始农业。开始利用种植水稻、（栗子）等农作物植物型深度空间资源。人们很早就开始应用可再生能源：用风力推磨抽水，用流水带动水车白米磨粉、用阳光烘食品、利用流水运输伐木。

1600年法国人在加拿大东海岸建起美洲第一个潮汐磨。1615年法国工程师所罗门·德·考克斯发明第一台太阳能驱动的发动机。

1799年，全世界利用波浪能的设想数以千计，有文字记载的波能装置专利可追述到1799年。[17]

1881年，法国物理学家阿松瓦尔在报纸上发表《太阳海洋能》的论文，提出利用表面温海水与下面冷海水的温差使热机做功。[18]

1895年，交流电发电机和交流电输电技术发明人特斯拉为美国尼加拉瓜水力发电站制造发电机组。1897年，世界上第一座10万匹马力的发电站——尼亚加拉水电站建成，成为35公里外的纽约州水牛城（The City of Buffalo）的主要供电来源。[19]

1901年，美国工程师研制成功7350W的太阳能蒸汽机，采用70平方米的太阳聚光集热器，该装置安装在美国加州做实验运行。

1950年，原苏联设计了世界上第一座塔式太阳能热发电站的小型实验装置，对太阳能热发电技术进行了广泛的、基础性的探索和研究。

20世纪50年代中期，在我国沿海地区出现潮汐能利用热潮，现在保留下来的有浙江省沙山40kW潮汐电站。[20]

1973年，世界性石油危机的爆发刺激了人们对太阳能技术的研究与开发。1981—1991年10年间，据业界介绍全世界建造了装机容量500kW以上的各种不同形式的兆瓦级太阳能热发电试验电站有20余座。[21]

……

可再生能源发展史上，风能、水力、太阳能等资源对能源供应的贡献率在大幅度提高。现在水力发电、风力发电和太阳能利用在世界各地如雨后春笋般地迅速发展。

## 5.2 自然科学深度空间资源利用的未来

可再生能源及资源，是取之不尽，用之不竭的能源及资源，对环境无害或危害极小，资源分布广泛，适宜就地开发利用。可再生能源及资源主要有太阳能、风能、海洋能、生物质能等。太阳能，是指太阳的热辐射能。太阳还将存在几十亿年的时间，对于人类来说，太阳能可以认为是不会枯竭的。太阳能是太阳辐射能的光热、光电和光化学的直接转换。地球上的风能、水能、海洋温差能、波浪能和生物质能也都是来源于太阳。风能存在于地球的任何地方，是由于空气受到太阳能等能源的加热而产生流动形成的能源。海洋能通常指蕴藏于海洋中的可再生能源，主要包括潮汐能、波浪能、海流能、海水温差能、海水盐差能等。生物质能主要是指植物通过叶绿素的光合作用将太阳能转化为化学能贮存在生物质内部的能量。地热能是指来自地球内部的热能资源。

未来能源资源的终极解决都将被深度空间资源的组合式利用所取代。但凡事都是相对而言，深度空间资源利用也是指在特定的条件和时间之下，离开了特定的条件和时间，都有可能造成不同程度的环境影响和变化。

智能电网的未来发展为利用深度空间资源的电网联网应用，解决了电压稳定性不够的难题。是实现风能、太阳能等新能源接入电网的重要支撑。改进的互联标准将使各种各样的发电和储能系统容易接入。从小到大各种不同容量的发电和储能在所有的电压等级上都可以互联，包括分布式电源如光伏发电、风电、先进的电池系统、即插式混合动力汽车和燃料电池。商业用户可以安装自己的发电设备（包括高效热电联产装置）和电力储能设施将更加容易和更加有利可图。[22]

## 6. 地缘政治深度空间资源利用的历史和未来

广度空间资源的短期、中期、长期三个阶段时间循环，对于人类的生存条件的循环来说，是遥遥无期的等待。在这漫长的等待里，人类无法生存。自然规律循环的这种对于人类社会生存来说的不可承受性，显然，要求传统地缘政治转型为新地缘政治。

深度空间资源利用或深度空间的控制权是个新名词，是为了清晰表述和理解新“政治”及“经济”地理在客观世界的现象而取的一个新名词。深度空间在自然科学的存在就是“深度”无限，取之不尽的可再生能源等。而在社会科学领域，则可以演变为与政治、经济、外交、军事高度关联的深度空间的控制权。

煤炭、石油化石等资源是地球“广度空间”中海权、陆权、空权传统利益控制权国与国之间，为获取更多资源，而产生矛盾、斗争，甚至战争的主要资源。海权、陆权、空权从政治地理的范畴来划分从属于地

缘政治。而深度空间控制权，则是人类进入21世纪，可再生能源时期，“地缘政治”中又一种新的“地缘政治”，是新一代资源利益的空间控制权。深度空间控制权是在资源利用划分广度与深度空间理论的基础上提出的具有四维性质的新地缘政治理论。[1]

下表反映了多维空间资源地缘政治的时间维度，从原始社会到未来社会，与能源开发利用和地缘政治发展的对应比较关系。

表一：多维空间资源地缘政治的时间维度 [23]

柴薪时期	柴薪时期	化石能源	多维空间资源
原始、奴隶社会	封建社会	近代、现代社会	未来社会
1. 部落政治 国家、民族政治	1. 国家、民族政治	1. 国家、民族政治 2. 涉及到更复杂的海权、陆权、空权论 3. 资源化学循环时间对地球大气和环境的影响明显	1. 国家政治、四维政治 2. 深度空间控制权 3. 资源化学循环时间对地球大气和环境的影响渐渐减轻 4. 传统地缘政治逐步过渡

## 6.1 地缘政治深度空间资源利用的历史

早在13世纪，英国爱德华一世时代，曾经有过对煤炭排放“有害的气味”提出抗议的记录。

1962年美国生物学家R. 卡逊出版了科普作品《寂静的春天》，描述了滥用化学农药造成的生态破坏，并引起了强烈反响。

1968年4月，来自欧洲不同国家约30位科学家、经济学家、人类学家、工业企业家和政治家在罗马聚会，就人类的发展与未来问题进行了为期两天的激烈讨论。成立了罗马俱乐部。1972年3月12日，罗马俱乐部发表了第一个长篇报告《增长的极限》。世界许多国家和地区的大学将它列入学生必读的书籍。罗马俱乐部因此一举成名。

1972年联合国召开了人类环境会议，通过了《联合国人类环境会议宣言》。

1987年联合国世界环境与发展委员会在其报告《我们共同的未来》中提出“可持续发展”模式。

1980年，德国绿党自从1980年成立以来，仅化了三至四年时间就成为德国政坛上的第三大政党。90年代，各国绿党继续壮大，在欧洲，有的还参与组建了联合政府。

1992年通过《联合国气候变化框架公约》（United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC或FCCC），该公约是世界上第一个为全面控制二氧化碳等温室气体排放，以应对全球气候变暖给人类经济和社会带来不利影响的国际公约。

1997年12月《联合国气候变化框架公约》第3次缔约国会议在日本京都召开，通过《京都议定书》（Kyoto Protocol; 全称《联合国气候变化框架公约的京都议定书》）是《联合国气候变化框架公约》（United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC）的补充条款。

2009年12月7日—18日 联合国气候变化纲要公约第15次缔约国会议在丹麦哥本哈根召开。12月19日下午，联合国气候变化大会在丹麦哥本哈根落下帷幕；最后达成了不具法律约束力的《哥本哈根协议》。

2012年中国共产党第18次会议上首次把生态文明写入了党章。

2015年 12月12日《联合国气候变化框架公约》近200个缔约方一致同意通过《巴黎协定》。协定共29条，包括目标、减缓、适应、损失损害、资金、技术、能力建设、透明度、全球盘点等内容。2016年4月22日100多个国家齐聚联合国，见证《巴黎协定》的签署。《巴黎协定》是继《联合国气候变化框架公约》、《京都议定书》之后，人类历史上应对气候变化的第三个里程碑式的国际法律文本，形成2020年后的全球气候治理格局。[24]

2016年9月4日至5日第11次G20领导人峰会在中国杭州召开，并将2030年可持续发展议程作为核心议题来讨论。时任联合国秘书长潘基文表示：“中国致力于推动G20从危机应对的短期机制向实现可持续发展的长效机制转型，这是中国对G20、对全球治理的巨大贡献。”

2016年9月4日在G20领导人峰会上中国国家主席习近平和美国总统奥巴马向联合国秘书长潘基文交存了中国和美国气候变化《巴黎协定》批准文书，标志着中美这两个全球最大经济体正式加入巴黎气候变化协定，展示了国际社会共同应对全球性问题的雄心和决心。“我很荣幸亲手接过中美两国递交的批准文书。”潘基文秘书长高度赞赏了对中美两国在应对气候变化方面做出的贡献。[25]

2017年6月1日，美国总统特朗普在白宫宣布，“美国将停止落实不具有约束力的《巴黎协定》”。美国退出《巴黎协定》，走完流程恐怕要到2020年11月份。而且，美国国内对于退出《巴黎协定》，也有很大争议。媒体界和州政府似乎都对特朗普的决定不买账，有些州政府表示将继续执行《巴黎协定》。[26] 退出《巴黎协定》只能让美国失去更多的全球公信力和影响力，得不偿失。

## 6.2 地缘政治深度空间资源利用的未来

深度空间资源利用地缘政治的未来，与以下3个方面的需要和1个手段有着密不可分的联系：

**与自然和谐的需要。**深度空间资源利用是建立在对自然科学规律新发现的基础之上，与自然和谐有着直接的联系。深度空间资源利用地缘政治是从深度空间资源利用自然科学引伸出来的地缘政治。

多维空间资源学中提到的时间维度——四维空间，包括了过去和未来。是一个超越阶级，结合未来发展，以自然科学、和谐哲学为基础，带有普世价值内容的地缘政治。体现了资源利用规律的新解释，以及对人的利用资源贪婪行为的控制，维护了自然界生态平衡的需要。

**国家经济安全的需要。**现代社会在资源利用上，国家经济安全的新标准主要有二方面，一是资源的利用对环境的影响程度？二是资源是否符合可持续发展的标准？深度空间资源是一种新生产力，由于其属性和特点不同，它的地缘政治的未来发展和广度空间资源地缘政治的发展有着本质的区别。

**产业结构调整的需要。**回顾人类利用能源的历史，经历了柴薪、泥炭、煤炭、石化几个不同的时期，现在正逐步调整转向新能源（深度空间资源）的利用。每一次人类社会能源利用的创新改革，都为社会的进步发展，带来了新的重要的变化。一次历史的巨大的发展机遇，总是伴随着一次产业界的革命，能源等资源短缺，是危机，也是天赐良机。

**深度空间控制权。**“深度空间控制权”英文翻译是“Depth Space Control Power”。“权”在中文里，是一个字，没有“power”与“right”的区别。文中把“right”翻译成“power”，主要是考虑到两方面的原因：一是，人类社会资源匮乏，环境污染严重，需要带有强制性地加强力度保护；二是，与海权、陆权、空权同样翻译成“power”便于理解；从地缘政治上去解释，深度空间控制权也是新生的控制权。尽管深度空间控制权与传统的海权、陆权、空权有着本质的不同，但是，要改变人类社会发展中的陋习，同样，需要强有力的权力去应对。当然，还要“投其所好”，给予经济利益，因此，在践行过程中，以经济对经济，主要通过市场手段去解决深度空间资源的利用问题，变得至关重要。[1]

未来谁能科学合理地按需要开发利用能源等资源深度空间，谁就拥有了国家和人类在能源等资源的开发利用上，与自然和谐发展的钥匙，谁就拥有了走向和平的钥匙，同时，就拥有了掌握世界和人类命运的基本的物质基础。[5]

## 7. 经济发展深度空间资源利用的历史和未来

多维空间资源利用经济发展面临的主要任务是在深度空间时间轴的一个时间点上用经济手段来解决资源利用的资源和环境问题，或者说是用多维空间资源学这一学科特殊的观察角度来解释和分析人类社会的资源利用和环境问题，包括现状和未来发展。通过经济手段解决和纠正人类在资源利用上的误区。

就时间维度来说，深度空间经济发展的特点主要呈现在二方面。1、资源自然科学的本质特点。深度空间资源是“纵向”“一个点”的无限延伸，广度空间资源是“平面”“一条线”的无限延伸。这同时又是资源空间维度的特征。2、资源利用发展的时间延伸，资源利用经济发展的历史和未来。是人类利用资源过程中在特定时间条件下特定产生的时间维。

多维空间资源经济发展的时间维度资源利用的发展和未来的时间特征如下表所示。表中表达了经济发展与能源资源利用与社会发展以及与年代（时间）之间的（进化）关系。

表二：多维空间资源经济发展的时间维度 [23]

千万年以前	2000-3000年	300-400年	未来百千年
柴薪时期	柴薪时期	化石能源	深度空间资源
原始、奴隶社会	封建社会	近代、现代社会	未来社会
部落、 民族、国家经济	国家、 民族经济	国家、 全球经济	国家、全球经济 深度空间资源经济 “新海洋”资源经济 四维资源经济

千万年以前表中提到的千万年以前是指几千年至一万年以前，能源利用属柴薪时期，属于原始与奴隶社会时期；经济发展形式有部落经济和民族及国家经济。

人类社会在地球的发展，千差万别，国家和人类群体的发展，在生产力、文明程度的差异也十分巨大，发展的时间差别各有不同。表中所示的多维空间资源经济发展的时间维度，比如“千万年以前——柴薪时期”，只是与能源发展、社会文明和经济发展象征性的时间参考对比数据。

**部落经济**是指在国家尚未产生之前，部落间的经济活动。能源以柴薪为主。

---

**国家、民族经济**是指在国家产生后，国家、民族间的经济活动。能源以柴薪、煤炭为主。

**2000-3000年** 人类发展约有2-3千年的封建社会时期，在能源利用上属柴薪时期；经济发展形式主要有民族和国家经济。

**300-400年** 近代和现代社会（300-400年），人类进入了化石能源时代，经济发展形式主要有国家和全球经济。

**国家经济、全球经济**是指工业革命后，国家、全球间的经济活动。能源以化石能源为主。

**未来百千年** 表中提到的未来百千年，只是一个近似值，指的是未来社会一百年以内，一千年以上。人类在能源等资源的利用上，将进入以多维空间资源深度空间资源综合利用的时代。其经济发展形式有国家、全球经济；深度空间资源经济；“新海洋”资源经济和四维资源经济。

**深度空间资源经济**是指应对解决广度空间化石能源等资源存在的资源和环境问题，而产生的深度空间资源经济，国家、全球间的经济活动。

**“新海洋”资源经济**是指资源利用向太空延伸，人类开发利用资源而产生的经济活动；“新海洋”资源经济同样可分为“新海洋”广度空间资源经济和深度空间资源经济二部分。

**四维资源经济**是在原来对于资源经济“立体”研究的基础上，加上时间维度的观察和研究。第四维是指广度空间资源经济和深度空间资源经济的时间维度特征。

## 7.1 经济发展深度空间资源利用的历史

碳资产是深度空间资源经济为践行深度空间控制权而采用的经济上的手段。当然碳资产的创造者，并没有作这样的解释。但当人们对资源的利用划分为广度和深度空间之后，作这样的解释，从另一角度似乎更能清楚地看到利用深度空间资源和践行深度空间控制权的重要性。

碳资产，原本在这个世界上是没有的，它既不能算是商品，也没有什么经济价值。但是，1997年签订了《京都议定书》，政治家、科学家和经济学家们经过积极研究商议，为了应对气候变化。在环境合理容量的前提下，人为规定包括二氧化碳在内的温室气体的排放行为要受到限制，由此导致碳的排放权和减排量额度（信用）开始稀缺，使其成为一种具有商品价值的产品，这一产品称为碳资产。同时，为全球碳市场的形成作为一种商品在全球流通创造了条件。

《京都议定书》建立了旨在减排温室气体的灵活合作机制，国际排放贸易机制ET（Emissions Trade, ET），联合履行机制JI（Joint Implementation, JI）和清洁发展机制（Clean Development Mechanism）。

根据以上合作机制，碳交易又被区分为配额型交易（Allowance-based transactions）和项目型交易（Project-based transactions）两种型态。

世界上的碳交易所主要有：欧盟排放权交易所（European Union Greenhouse Gas Emission Trading Scheme, EU ETS），英国排放权交易所（UK Emissions Trading Group, ETG），美国的芝加哥气候交易所（Chicago Climate Exchange, CCX），澳大利亚国家信托（National Trust of Australia, NSW）等。

2006年，世界银行发布的《碳市场现状与趋势》报告显示，该年全球碳交易总额300亿美元，欧洲排放权交易占了244亿美元。

2011年10月，中国国家发展改革委办公厅下发了《关于开展碳排放权交易试点工作的通知》，批准北京市、天津市、上海市、重庆市4大直辖市，外加湖北省、广东省、深圳市7个省市，开展碳排放权交易试点工作。

2015年《中国能源报》与中国能源经济研究院共同推出的针对新能源行业权威研究评价的活动，出炉了2015“全球新能源企业500强”排名。亚洲入选企业的总营业收入额为10653亿元，占总额的37.6%，首次超过欧洲位列洲际第一。[27]

2016年4月22日《巴黎协定》在纽约签署气候变化协定。从环境保护与治理上来看，《巴黎协定》的最大贡献在于明确了全球共同追求的气候与经济相关联的“硬指标”。协定各方将加强对气候变化威胁的全球应对，把全球平均气温较工业化前水平升高控制在2摄氏度之内，并为把升温控制在1.5摄氏度之内努力。[28]

2017年6月1日，美国总统特朗普在白宫宣布，“美国将停止落实不具有约束力的《巴黎协定》”，包括停止执行国家自主贡献和绿色气候基金。联合国秘书长古特雷斯强调这是“一件令人极其失望的事”。[26]

中国新能源企业全球竞争力明显上升。根据2016年“全球新能源企业500强”的评选结果显示，中国（中国大陆及香港、澳门、台湾）有193家企业进入“500强”榜单，比2015年（168家）增加27家，占38.6%，居首位。“500强”上榜企业分别来自36个国家和地区。[29]

全球新能源企业发展现状。2016年“全球新能源企业500强”的评选结果显示，“500强”上榜企业最低营业收入再迈上一个新台阶，达到了7.58亿元人民币，比2015年“500强”的6.25亿元提高了1.33亿元。从收入规模来看，2016“500强”企业中从事太阳能、风能、生物质能及多元产业企业的总营业收入28291亿元，占总营业收入的92.26%。其中，多元产业企业总营业收入为14626亿元，占总营业收入的47.69%；

太阳能企业为7214亿元，占总营业收入的23.53%；风能企业为2922亿元，占9.53%；生物质能企业为3529亿元，占11.51%。而其它以储能电池为主的其他新能源行业企业则为2374亿元，占7.74%。2016全球新能源产业投资再创新高，新能源发电装机容量持续快速增长，企业并购重组加剧，产业发展呈现新的态势和特点。[29]

可再生能源的增速虽然快，值得注意的是根据《BP世界能源展望（2017年版）》的预测，在发电领域，可再生能源在全球发电中的份额会从2015年的7%升至2035年的20%左右。到2035年，可再生能源在能源消费结构中的占比却远低于石油和天然气，甚至远低于消费量在2025年触顶的煤炭。[13] 深度空间资源的利用发展任重而道远。

## 7.2 经济发展深度空间资源利用的未来

如果把气候问题可能造成的对环境的影响也考虑在一起，那么，既不是国际问题，也不是国内问题，而是人类的生存问题，以及与人类同时代大多数动物、植物共同的生死存亡的问题。空气是人类生存的第一资源，空气遭到了污染，对于生活在空气中的每一个人来说，面对的便是“毒气”问题。

不断的气候谈判一次又一次地上演着谈判中《The Tragedy of the Commons》（公地的悲剧）[30]的现实版，各国就好比是在一片共有牧场上放牧的牧民一样，虽然看到牧场日益凋零，但都知道让自家牲口饿肚子于己无益，如果自己礼让则会让所有人都来瓜分牧场的收益，宁愿让牧场最后丧失。气候变暖以来对于“公地悲剧”中的个人及国家的自利性行为，也正如“公地悲剧”所描写的那样，收效甚微。然而，只要气候变暖和环境问题的威胁依然存在，实现碳经济的努力也不会变。碳经济在经济中所占的比例也只会越来越高。有更多的事实证明，通过碳贸易和碳金融等经济手段是解决人类发展过程中资源和环境问题的有效工具。尽管碳经济这一形式，在深度空间资源经济漫长的时间轴上会陪伴多长时间的“短暂”时光，目前，还不得而知；但对人类社会的发展，在人类社会走向海洋和“新海洋”的过程中，只要碳经济对于解决资源和环境问题一直是有效的，那么碳经济手段就会共同陪伴下去，度过漫长的岁月。

过去的人类社会发展的能源革命有四次，第一次是深度空间资源的革命，第二、第三、第四次是化石能源的革命。未来的变革中的能源革命是属于现代工业基础上的深度空间资源革命。每一次能源革命都导致了人类社会的变化、进步和发展。第一次钻木取火的能源革命。在中国先秦的古籍神话传说中已有记载。西方神学也有普罗米修斯盗取天火的传说。火的发现和使用促使人类进一步进化，脱离原始人，将人类带进文明社会。第二次泥炭能源革命。泥炭是化石能源，荷兰的泥炭资源丰富，容易开采，价格低廉。从1560年代开始，直到1680年代泥炭资源开始枯竭。[31] 在当时荷兰称得上是世界上能源最密集的经济体，也是世界上第一个现代经济体。第三次煤炭能源革命。18世纪，英国以蒸汽机的发明和应用为主要标志，促进了煤炭能源革命。18、19世纪煤炭能源的工业革命，有力地促进了英国、德国等发达国家生产力产生革命性的变革，成为世界上技术最先进、最有活力的工业国家。19世纪70年代，世界能源利用煤炭取代木柴成为主要能源。第四次石油能源革命。20世纪60年代世界能源进入“石油时代”。石油产量与消费量超过煤炭。20世纪初，美国主要能源开始渐渐从煤炭向石油转变；建立了世界上第一个以汽车为中心的经济；带动了钢铁、玻璃和橡胶业。20世纪的世界经济繁荣，在很大程度上是建立在石油及围绕石油工业建立起来的基础设施和运输体系之上的。

第一次钻木取火的能源革命是人类脱离原始人，促进人类进化的重要革命。也是四次能源革命中最重要的一次。未来的变革中的能源革命深度空间资源的革命，同样是一次人类发展过程中避免环境灭顶灾难，获得重生发展的不亚于第二至第四次能源革命具有凤凰涅槃般死而复生的重要革命。今天，人类社会面临共同面临的共同纠结是，化石能源带来的环境压力越来越大。发达国家和发展中国家似乎对传统能源的依赖也越来越大，舍不得离开传统能源。发达国家要积极利用自身的在产业结构和碳经济中的优势，更好地发挥产业结构和碳经济上的优势，取得更大进步。对于广大的发展中国家来说一方面要通过碳贸易得到经济资助，另一方面，要积极主动，搞好产业优化转型，实现碳经济在本国的正常化。历史证明每一次的能源革命都为产业转型，世界经济繁荣带来机遇，为人类带来进步和发展。当时的发达国家在新能源上无所作为，便会失去新能源产业转型、新生产力利用的好时机，在新经济繁荣，产业转型，生产力提升，甚至社会进步上都有被其他新兴国家全面超越的可能。

多维空间资源学后果的时间证明。深度空间资源利用经济学的目的是用多维空间资源经济学这一学科特殊的观察角度来解释和分析人类社会的资源利用和环境问题，用经济手段来解决资源利用的资源和环境问题。

我们常说让时间来证明，一件事情的对错往往也要借助于时间来决定对错。**多维空间资源学的重要特征之一是引入了时间维，从自然科学、地缘政治和经济发展的角度统一引入了相互关联的过去和未来的时间维来论述人类资源利用的自然科学、地缘政治和经济发展。**广度空间与深度空间资源利用自然科学、地缘政治和经济发展的未来，实际上便是对于后果的时间证明的论述。[1][32]

这种对于后果的时间证明的论述以及对于以前的历史的分析，实际上也是对于人类发展资源利用的不同方向、不同项目的时间维和进化过程的一个侧面的研究、探讨和补充。

## 致谢

感谢会议主办方为本人交流学术观点提供了一个很好的交流平台，感谢曹允虹女士为本文英语做了翻译，感谢徐剑华教授为本文的翻译做了校对。

## 参考文献

- [1] 蔡一鸣. 多维空间资源学 [M]. 北京: 海洋出版社, 2014: pp1-9, pp277-278, p139, p294, pp129-137, pp138-148, pp294-295, pp167-176, p37, p43, p187, p297.
- [2] Yiming CAI, On Breadth and Depth Space for “Ocean Development” [M]. TELOS - Special Edition in Honour of Guido de Marco©Fondation de Malte. Volume V, 2011: pp.111-130.
- [3] Yiming Cai. Time Concept Definition of Depth Space Theory [J], Advanced Materials Research Vol. 664 (2013) pp 293-298. Online available since 2013/Feb/13 at www.scientific.net© (2013) Trans Tech Publications, Switzerland.
- [4] Yiming Cai. New Explanations to Law of Resource Utilization [J], Advanced Materials Research Vol. 664 (2013) pp 282-287. Online available since 2013/Feb/13 at www.scientific.net © (2013) Trans Tech Publications, Switzerland.
- [5] Yiming Cai. Depth Space and the Theory of Depth Space Control Power [J], Advanced Materials Research Vols. 361-363. 2012. © (2012) Trans Tech Publications, Switzerland: pp.895-905.
- [6] 名词解释: 环境科学//百度知道[EB/OL]. <https://zhidao.baidu.com/question/7905292.html> (2017/8/23)  
Glossary: Environmental Science // Baiduknow[EB/OL]. <https://zhidao.baidu.com/question/7905292.html> (2017/8/23)
- [7] IPCC 政府间气候变化专门委员会的报告《气候变化 2007 综合报告》(中文版)p72.
- [8] 中国气象局 .IPCC 发布第五次评估报告的综合报告 [EB/OL]. [http://www.cma.gov.cn/2011xwzx/2011xqxxw/2011xqxyw/201411/t20141103\\_265904.html](http://www.cma.gov.cn/2011xwzx/2011xqxxw/2011xqxyw/201411/t20141103_265904.html) (2017/5/6)
- [9] 何路曼 . 地球发来“欠费通知”: 人类本年度资源额度已用完 [EB/OL]. <http://www.chinanews.com/m/gj/2017/08-02/8293320.shtml> (2017/8/29)
- [10] 老马 . 科学家发懵: 碳排放在减少, 二氧化碳却剧增 [EB/OL]. <http://news.chinaxiaokang.com/dujiazhuangao/2017/0628/213569.html> (2017/8/29)
- [11] 全球化石燃料预测 22 世纪末烧光, 地球将比预测更不宜居 [EB/OL]. [http://www.sohu.com/a/77057557\\_119038](http://www.sohu.com/a/77057557_119038) (2017/8/20)
- [12] 第二产业[EB/OL] baidu 百科. <http://baike.baidu.com/view/198869.htm> (2017/8/22)
- [13] BP 公司 (英国石油) .BP 世界能源展望 (2017 年版) 中文版 [EB/OL]. <http://gold.jrj.com.cn/2017/04/01171222256471.shtml> (2017/8/22)
- [14] 贺娇 . 联合国警告气候变化危及全球经济 [EB/OL]. [http://2011.cma.gov.cn/qhbh/newsbobao/201111/t20111111\\_152326.html](http://2011.cma.gov.cn/qhbh/newsbobao/201111/t20111111_152326.html) (2017/8/22)
- [15] 全球变暖的原因、危害及应对措施 [EB/OL] 三亿文库. [http://3y.uu456.com/bp\\_3h1fp359ih1h1yk7prsd\\_1.html](http://3y.uu456.com/bp_3h1fp359ih1h1yk7prsd_1.html) (2017/8/22)
- [16] 中国矿业网 . 地球还存多少家底? 有色金属储量可开采年限不多

- [EB/OL].<http://www.chinamining.com.cn/news/listnews.asp?siteid=304208&ClassId=154> (2017/8/22)
- [17] 高祥帆、游亚戈. 海洋能源利用进展 [EB/OL].<http://wenku.baidu.com/view/cbdfe501cc17552707220821.html> (2017/8/22)
- [18] 中国能源信息网. 海洋能源的利用历史与进展 [EB/OL].[http://www.gesep.com/news/show\\_30\\_25920\\_1.html](http://www.gesep.com/news/show_30_25920_1.html) (2017/8/22)
- [19] 尼古拉·特斯拉 (Nikola Tesla) [EB/OL]. 百度百科.<http://baike.baidu.com/view/966246.htm> (2017/8/22)
- [20] 温岭日报 [EB/OL].[http://wldaily.zjol.com.cn/html/2010-01/15/content\\_98598.htm](http://wldaily.zjol.com.cn/html/2010-01/15/content_98598.htm) (2017/8/22)
- [21] 浅述太阳能热发电技术的发展历史和现状 [EB/OL] 百度文库. <https://wenku.baidu.com/view/f33f4603b52acfc789ebc9f9.html> (2017/8/22)
- [22] 智能电网 ( smart grid, intelligent grid ) [EB/OL] 互动百科.<http://www.baik.com/wiki/%E6%99%BA%E8%83%BD%E7%94%B5%E7%BD%91> (2017/8/22)
- [23] 蔡一鸣. 多维空间资源学 [M]. 北京: 海洋出版社, 2014: p168, p296, p177, p297.
- [24] 巴黎协定 [EB/OL] 360 百科. <https://baike.so.com/doc/57459-24187433.html> (2017/8/22)
- [25] 徐惠喜, 禹洋. 潘基文: G20 杭州峰会为全球发展画上浓墨重彩一笔 [EB/OL].<http://news.hexun.com/2016-09-04/185862240.html> (2017/8/22)
- [26] 张敬伟. 美退巴黎协定有难言之隐 [EB/OL].<http://www.rmzxb.com.cn/c/2017-08-10/1713249.shtml> (2017/8/22)
- [27] 中国能源报. 2015 年全球新能源企业 500 强排行榜 [EB/OL].[http://www.tyncar.com/nengyuan/2015/10\\_18776.html](http://www.tyncar.com/nengyuan/2015/10_18776.html) (2017/8/22)
- [28] 巴黎协定 [EB/OL] 360 百科. <https://baike.so.com/doc/57459-24187433.html> (2017/8/22)
- [29] 中国能源报. 2016 年全球新能源企业 500 强分析及排名 [EB/OL].<http://www.cec.org.cn/xinwenpingxi/2016-12-15/162476.html> (2017/8/22)
- [30] 《The Tragedy of the Commons》 by Garrett Hardin, 1968, Published in Science, December 13, 1968
- [31] 约翰·R·麦克尼尔 (John R. McNeill) [著] 格非 [译] 能源帝国: 化石燃料与 1580 年以来的地缘政治. [EB/OL] <https://www.douban.com/group/topic/93051639/> (2017/8/22)
- [32] Yiming Cai. Theory on Resources in Multidimensional Space. [M] 2012 International Conference in Humanities, Social Sciences and Global Business Management (ISSGBM 2012), Published by Singapore Management and Sports Science Institute. ISBN: 978-981-07-3898-3. pp436-444.