

第一篇 可持续发展的理论及其实施策略

一、可持续发展的基本概念

可持续发展的外文专用词为 sustainable development。其概念可有多种表述：可以从生态角度给以阐述，也可以从环保角度给以阐释，也可以从资源角度给以论证，也可以从经济角度给以解析，也可以从社会角度给以辩证，也可以从人口角度给以强调。目前国际上比较一致的定义是：“既能满足当代人的需求，又不损害后代人满足其需求之能力的一种发展”。

请注意，在这个定义中有三个对应，即：

当代人——后代人
能满足——不损害
需求——能力

抓住这三个对应，就能为较深刻认识和理解可持续发展的概念提供基础。

二、人类对发展在认识上的一次大飞跃

人类经过二三百万年的发展，从自发到自觉，对人类自身的发展在认识上不断提高 经过漫长的历程 在 20 世纪 90 年代完成了一次大飞跃。

人类在 300 万年之前完成从猿到人的转变；1.5 万年之前开始驯养狗、羊等动物 乃畜牧业之始；1 万年之前 开始栽培作物 乃农业之始。只要人类一开始活动，就会对地球资源、环境和生态发生影响。早期的人口群落在某一处生活，破坏了就近的环境生态，比如食物短缺，甚或疫病发作，被迫迁移，到新的一处继续生活下去。由于远古时代地广人稀，原来的地方依靠大自然的自净能力和再生能力，借以漫长时

日 弥平了原先的“疮痍”。

中华民族有着五千年以上的文明史，中华大地素称礼仪之邦的文明古国留下了极为丰富宝贵的文化遗产，其中有很多观念与当代的可持续发展思想有着一脉相承的渊源。例如，天人合一，天人一体，天人协调的思想；仁民爱物，尊重生态的理念；崇尚节俭，取之有度的准则；放眼长远，造福子孙的道德；君子和而不同，以和为贵的社会协调的主张；太极、阴阳、五行、八卦等强调整体系统思维的哲理。凡此种种，在中华大地上发挥着一定的作用，中华民族在一定程度上得益而得以休养生息，绵延繁荣。

人类近二三百年来，由于科学进步，工业发达，人口剧增，人们大量消耗资源，破坏生态，污染环境，从而在人口、经济、社会、资源、环境、生态之间发生相互推动、激发、矛盾、冲击和冲突。这些错综复杂的现实，迫使人们来思考人类的发展思路及其切实可行的道路。从少数学者开始，逐步涉及官员、企业家，以至万民，都在各自的岗位上从各自不同的角度进行着反思。这一反思的过程可以分成六个阶段。

1. 如梦如醒混沌初开的阶段（19世纪）

在19世纪初期，工业发展，人口增长，资源相对不足，形成现实矛盾。农业中发现地力逐年减退；工业中发现资源被掠夺性开采利用；资本主义谋求扩张，逐步演变为帝国主义，到处侵略，发动战争，霸占地域，掠夺资源，欺诈国外民众。

有少数学术界人士初步感觉到这一现实中存在着的诸多矛盾，但是科技的进步在现实中自然而然地缓和着一部分矛盾。人们处于如梦如醒的混沌阶段。在学术界，有人会出来呼吁两句，有人会接着给以批驳几句。在现实中，时时会产生着矛盾，而又依靠着科技进步而化解着部分矛盾，旧矛盾在化解，新矛盾又在涌现。思想在初试交锋，某些争论又自趋平息。

2. 理论准备不足行动仓促启动阶段（20世纪50年代）

第二次世界大战之后，全世界从兵荒马乱的战争状态转入恢复与发展的和平阶段，生育出现高峰，形成“战后婴儿潮”。及至20世纪50年代，人们从现实中亲身体会到人口与资源的现实矛盾。思想界提倡计

划生育 西方称之为“家庭计划”(family planning)。

在发达国家，由于经济的迅速复苏，家庭计划在实践中易见成效。在发展中国家，经济相对低下，生育观相对陈旧，少部分先觉者提倡计划生育，在实践中难见成效。理论准备不足，遇到情况难以坚定，实践中难见成效。

当时，印度与中国都曾自上而下地提倡过计划生育。由于理论上没有足够的准备，经济上又无自发的推动力，群众也就没有自然的需求，行动上浅层次地仓促启动，那末在现实中只要有些许风吹草动也就无以为继，稍纵即逝，难见成效。这一行动在印度不久夭折，在中国也中途停顿。

3. 理论孕育阶段 20 世纪 60 年代)

及至 20 世纪 60 年代 发达国家工业高速发展 生态严重失衡 环境极度污染，人民生活遭受生存威胁。当时，发展中国家工业发展还相对不足，在报章上时有揭露和批判发达资本主义国家环境生态方面的严重问题。

在西方发达国家 当时人们谈“污”色变 环保工作成为最热门的职业。学者们除了运作具体的治理技术之外，开始关心起人类长远的社会经济的发展问题。

笔者有幸于 20 世纪 80 年代访问欧美，教授们曾经绘声绘色地介绍他们当地河流在 20 世纪 60 年代时如何严重污染 水质极差 游鱼死绝 人若堕河 必会中毒 必须送医院抢救。

这一现实推动着学者们“从特殊到一般”地探索着可持续发展的一般理论。

4 理论催化阶段 20 世纪 70 年代)

1968 年 4 月一部分学者、少量政府官员与个别企业家成立了一个罗马俱乐部，开始泛泛议论当时世界范围内涉及经济、环境、生态等方面的种种矛盾 后由 MIT 的福雷斯脱教授与米都斯教授运用系统动力学方法进行定性定量相结合的仿真、预测与分析研究，并于 1972 年发表了研究报告《增长的极限》。随后 该报告被翻译成几十种语言 其中也有中译本，影响甚为深远。这一报告催化着一般综合性理论的诞生。

该报告以全世界为对象 将其划分成相互关联的五个分系统 即人口、资源、工业、农业与污染等 建模后在电脑上仿真演示 发现如果地球人类按照当时 20 世纪 60 年代末 20 世纪 70 年代初的生产生活方式 不出 100 年，人口数量爆炸，不可再生资源耗竭，工业难以继续增长，农业衰退，环境严重污染，人类发展与生存也就受到威胁，预示着“人类的困境”。

该报告一经发表，在全世界引起轩然大波，引发了一场大争论。支持该报告的一方被冠以“悲观派”与之对立的为“乐观派”而后正确的当然是“奋斗派”。

5. 理论性框架形成和全球性行动起步阶段 (20 世纪 70 年代 ~ 80 年代)

在这之前 忧民忧地球的先觉者们 以学术界为主 到了这一阶段，全球性的官方开始行动。在这期间有几项具有标志性的重大国际会议。

1972 年联合国人类环境会议，即斯德哥尔摩大会，敲响了全世界环保的警钟。

1980 年颁发了《世界自然保护大纲》 第一次明确阐明了可持续发展的思想，

1987 年联合国世界环境和发展委员会，由挪威首相布伦特兰夫人主持并作专题报告《我们共同的未来》，其中给出了一个可持续发展的定义。这一定义就是本章开头引述的那一个。

在此期间，值得特别关注的有两点，一是初步形成了一个目前较受关注和普遍接受的定义；二是从环保、生态、人口等单项并带有消极意义的理解演进到与发展相协同而带有积极主动意义的境界。这第二点强调“发展”是发展中国家通过艰苦奋斗而获得的胜利成果。

例如 发达国家曾答应将其 GDP 国内生产总值 的 0.7% 向发展中国家提供经济资助，以解决环境问题。事实上，1997 年统计只达到 0.25% 激烈的辩论以无结果而告终。

又如国际上有关减排温室气体问题，在《联合国气候变化框架性公约》第 3 次大会上又发生了激烈的争论，通过外交努力与斗争，1998 年

签署了一份《京都议定书》。该议定书要求 2010 年比 1990 年发达国家温室气体排放量应减少 5.2% 同时又有 3 条约定：

- (1) 各国可以花钱换指标；
- (2) 可以净量统计，允许扣除森林所吸收的 CO₂ 的份额；
- (3) 发展中国家可以自愿参加并确定减排温室气体的比率。

6. 认识上完成质的飞跃而进入全球性官方一致行动阶段（1992 年起）

这一划时代的标志是 1992 年在巴西里约热内卢召开的联合国环境与发展大会。该大会会有 183 个国家代表团和 70 个国际组织代表参加，102 位国家元首或政府首脑讲话，签署通过了一系列纲领性文件，诸如《里约热内卢环境与发展宣言》、《21 世纪议程》、《关于森林问题的原则声明》、《气候变化框架性公约》以及《生物多样性公约》等。

该大会连续 5 年每年召开一次，1997 年在中国上海举行，大力推动着全球与各国可持续发展的实际行动。

三、人类在行动

1. 全世界在行动

1992 年联合国环境与发展大会颁布了指导全球性行动的纲领《21 世纪议程》。其基本思想是，人类正处于历史的抉择关头，全面发展的战略与政策必须转变。全文有 40 章，20 多万字，分成四大部分，即：

- (1) 经济与社会可持续发展白皮书；
- (2) 资源保护与管理；
- (3) 加强主要群体作用；
- (4) 实施手段。

该文件的特点有五，即：

- (1) 内容涉及四个层次，即总系统，分系统，方案与行动；
- (2) 强调整体性；
- (3) 新的全球性伙伴关系；
- (4) 主题为消除贫困；
- (5) 强调公众参与。

《21 世纪议程》要求各国发布相应的国家级文件。中国是全世界第一个公布《中国 21 世纪议程》的国家 各国大多相继积极地行动起来。

美国在 1993 年 5 月成立了总统可持续发展委员会 (PCSD), 1996 年 3 月 7 日向美国总统提交了一份名曰《可持续发展的美国》的文件。该文件概述了 16 条共识和 10 大目标。其 10 大目标为：

- 健康与环境；
- 经济繁荣；
- 平等；
- 保护自然；
- 管理；
- ⑥ 社会；
- ⑦ 公民参与；
- ⑧ 人口；
- ⑨ 国际责任；
- ⑩ 教育。

从中可以看出发达国家所关心的主要方面是什么。

全世界在行动，并且已经开始渗透到众多的方方面面，涉及经济、政治、文化、军事等一切领域。例如外贸的关税壁垒或政治壁垒正被打破 代之而起的是“绿色壁垒”。近二三年 世界各地无不关心英国疯牛病(1996 年)、台湾瘟猪病(1997 年)、香港瘟鸡病(1998 年)、比利时与欧洲的牛奶及其制品等“二、三、英”事件(1999 年)、欧盟与美国关于进口转基因食品的争论，甚至各国间关于产品包装木材涉及生态病虫害的禁运 进口食品残留化毒的检测 洁净能源 清洁生产 排污工程 健康文化 衣服面料与保健 建筑材料与装饰涂料 无污染汽车 直至各种广告用语……，凡此种种，无不反映出各国各地区，甚至平民百姓对可持续发展的关注程度 即使是“借题发挥”也可窥其一斑。

2. 中国在行动

中国紧接 1992 年世界环境与发展大会之后 就在当年立即组织起草了《中国 21 世纪议程》于 1994 年正式颁布 称之为“中国 21 世纪人口、环境与发展白皮书”。这是世界各国中第一份国家级的《21 世纪议程》。

该文件内容有 20 章 涉及 78 个方案领域 计 20 万字。总体分四大部分：

- (1) 总体战略；
- (2) 社会；
- (3) 经济；
- (4) 资源与环境。

该文件有七大特点：

- (1) 整体性 覆盖了人口、经济、社会、资源与环境五大方面；
- (2) 主题词为发展，建立新的发展观；
- (3) 战略重点之一为人口，反映出中国的特色；
- (4) 资源与环境，体现出中国资源总量丰富而人均贫乏的特点；
- (5) 同全球战略的协调；
- (6) 重大措施；
- (7) 优先项目。

在实施方面强调：

- (1) 两个根本转变，向社会主义市场经济体制转变和向集约型经济增长方式转变；
- (2) 通过规划与计划指导全面实施；
- (3) 提高全民意识，强化公众参与；
- (4) 多渠道推进。

中国确立了两大发展战略，即科教兴国和可持续发展战略。全国设置可持续发展的领导机构和管理中心，各省市成立相应的贯彻实施《中国 21 世纪议程》的领导小组和办公室，领导和推动实践活动，组织并推动可持续发展战略规划，选定一批试点城市或地区，启动一系列重点项目。很多重点的高等院校相继成立相应的研究院或研究中心，参与研究与实践。

我国于 1999 年首次对全国各区域可持续发展总体能力进行定量测评 公布了相应结果。该测评选择 208 项要素 48 个指标群 16 组模型和 5 大系统 共计约 1.7 亿次有效运算量 再分为 4 个层次逐级递归 得出 30 个省、自治区、直辖市的综合指数和分类排序结果 前 6 位是上海、北

京、天津、广东、江苏和浙江。上海的综合指数为 69.9 名列榜首 其中各分指数 生存支持系统为 63.3 位居全国第一 发展支持系统为 78.7 位居全国第一；环境支持系统为 52.1 列全国第 12 位；社会支持系统为 86.4 列全国第二 以及智力支持系统为 69.0 列全国第二。

3. 上海在行动

上海在 1997 年成立了上海市贯彻实施《中国 21 世纪议程》领导小组和办公室。上海市已成为全国地方实施《中国 21 世纪议程》的首批 6 个试点省市（含地级市）之一 并列入联合国资助的“中国地方 21 世纪议程试点城市”项目的重点城市。上海市编制了《中国 21 世纪议程——上海行动计划》和《上海可持续发展首批优先项目计划》，确定了上海市首批可持续发展综合实验区 即徐汇区、松江区、七宝镇和潍坊街道。

徐汇区有幸成为首批的 4 个综合实验区之一，将瞄准国际经济中心城市“高效繁荣的经济、有序公正的社会、优美和谐的生态”的目标，努力创出自己的品牌“科技 文化 健康”即“科技引导经济发展”，孕育高雅文化氛围，营造健康生活空间，推进区级可持续发展的战略、规划、研究和实践。

上海交通大学在 1997 年初成立了“21 世纪发展研究院”展开了“可持续发展研究与实践”，为温州市和上海莘庄地区研究咨询可持续发展战略规划，出版可持续发展专辑，举办上海市干部培训班，受上海市有关领导部门委托在 21 世纪研究院成立上海市可持续发展培训基地，举办全国女市长培训工作，为大学本科开设可持续发展课程，并在上海市展开一系列有关科普活动及迎接 21 世纪的学术宣传活动。

上海在不断实践，上海在不断前进。

四、可持续发展是系统工程的一项典范主题

1. 可持续发展的基本精神

可持续发展的定义已如前所述，至于其基本精神可用“1145”给以概括 即 1 个本，1 个中心，4 句话，5 位一体：

- (1) 以人为本；
- (2) 以经济发展为中心；

(3) 经济要讲究效率 社会要强调公平 代际要重视兼顾 人与自
然要力争和谐；

(4) 努力实现人口、经济、社会、资源、环境五位一体的协同。

这一基本精神可以用一幅图来综合表示，如图 1.1 所示：

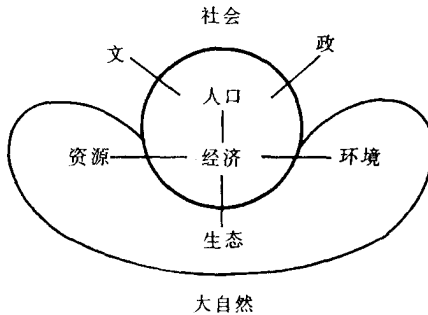


图 1.1 多元协同示意图

这些基本精神在具体问题中可以得到体现。比如说生产与消费，生产方面至少可提出三种类型，即清洁型，循环型和集约型。同时，生产还应考虑消费，如果生产只是为了生产，而不是为了消费，那末这种生产只是自身的自循环，就失去了“以人为本”的宗旨。这种生产究竟是为了什么呢？从另一角度看，消费当然也不应乱消费，也要符合“1145的精神 至少也可提出三种类型 即健康型 绿色型与效率型 换言之即有利于身心健康，有利于环境生态，有利于工作效率。

显然，要贯彻实现可持续发展的“1145”的精神是件很不容易的事情。

2. 可持续发展战略与实施有着很高的难度

可持续发展的战略与实施及其相应的管理和政策，需要体现出“1145的基本精神 既要有全球性 又要有局部可行性 既要有长远性，又要有近期可操作性；既要有各行各业的分头实践，又必须有多方面的相互协同。显然这是一项高难度的工作。

3. 运用系统工程，可得事半功倍之效

可持续发展是一项极其复杂典范的系统工程，是高难度、多学科交

叉的前沿性课题。认真运用系统的观点、理论、方法论和技术、方法 才能取得事半功倍的效果。

五、层次性策略

可持续发展问题，是有层次的，因而也应按层次原则去分析去运作。

(1) 最简单的是单体自身可持续。这种持续只不过是一种理想或愿望，事实上是很难实现的。这真像一个人企求长生不老一样，是一种梦想而已，

(2) 第二种是单体依靠局部更新而可持续。这种持续在一定条件下是现实可行的。譬如一台机器，不断更新其损坏了的零部件，直到通体所有的零部件都已相继一一更换过了，人们还可以说这个单体是可持续的。

(3) 第三种是群体可持续。这种持续在生物界比比皆是。一种生物种群 其中各个单体都会死亡 而作为群体则可蕃衍生息 永葆青春。

一般地说，局部和整体之间可持续发展的关系相当复杂，相当辩证 如表 1.1 所示：

表 1.1 局部与整体可持续发展的关系

	整体 可持续	整体 不可持续
局部 可持续	一般成立 但不一定	一定条件下 是有可能的
局部 不可持续	一定条件下 是有可能的	通常如此 但不一定

例如 人口、经济、社会、资源、环境五个子系统都是可持续的 那末五位一体的总系统是容易可持续的；但是如果各子系统发展无度，过快或过慢，在各子系统相互之间就会发生矛盾，那总系统就不一定是可持续的。比方说 为了经济可持续 大量生产 大量消耗不可再生资源 大量排污不治理 而又未能启动消费 那末 社会就会相对不公平 难于安定 资源枯竭难以继 环境破坏 人们难以生存 另一方面 为了加强环境治理 生态适衡 花费大量资金 环境生态可持续 而这又干扰了经济 为了资源可持续 找寻代用资源 又需耗费大量资金 这又干扰了经

济 这样各个子系统各唱各的调 人人是高手 总的 不协调 系统总体就 无法可持续。

又如局部不可持续，整体通常也是不可持续的，这容易理解。但是在某些场合，恰恰需要某些局部不可持续，才能保证主体可持续。比如上海人均 GDP（国内生产总值）已经超过 3000 美元 / 人 要向更高的 2~3 万美元 / 人的高平台阶段挺进，上海的产业结构必须调整，有所不为才能有所为，不得不把某些产业和行业进行关停并转，腾出手来创办高新技术战略型产业 大力发展电子信息业、生物医药业、新材料业 才能保证上海较长期的可持续发展。

六、临界点策略

世间事物的演化，都存在着临界点现象。把握住临界点，才能控制事物的演化方向。

例如 水的沸点是 100℃ 冰点是 0℃ 它们是水的气体、液体、固体状态转变的临界点。原子弹的铀块能否产生连锁反应而爆炸，就存在着一个临界质量。一个企业经济规模的大小存在着一个盈亏平衡点。经济增长方式的粗放型和集约型之间的临界点一般认为科技综合贡献率为 50%。物价系统的稳定性也存在着毛利率的临界点。环境排污治理方面存在着一个环境自净能力这个临界点。资源消耗与再生或替代品增长率之间也存在着相应临界点。好事、坏事、中性事相互转化之中也存在着临界点 如图 1.2 所示：

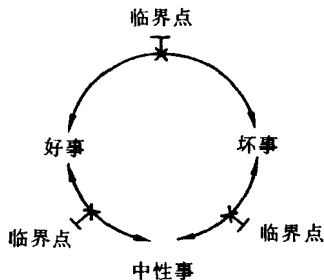


图 1.2 转化临界点示意图

七、系统运作三原则

可持续发展同时涉及到全球性的、国家级的、地区级的、……、企业的、……、个人的等等诸多方面，又涉及到当代人、后代人的利益。怎么办？系统工程中有一种“系统运作三原则”正好能适应这种复杂情况。

系统运作三原则的大意是：从全局把握局部，从长远把握近期，从质变把握量变，如图 1.3 所示：

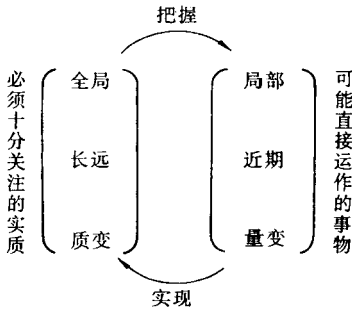


图 1.3 系统运作三原则示意图

在处理事物的过程中，全局、长远、质变等方面是必须关注的实质，而局部、近期、量变为可能运作的事物。心中关注着宏观与实质，运作落实于微观与实务。例如国外专家提到“全球性思考，地方性行动”就是系统运作原则的体现。扩展一下，我们还可以提“长远性思考，近期性行动”以及“质变性思考，量变性行动”。

八、优化与谈判协商

由于可持续发展涉及面广，问题复杂，牵涉到多方利益集团和个人，因而很难沿着整体最优的思路去寻求现实中的最优。最优？次优？令人满意？基本满意？还是无解？若能找到最优当然最好；找不到，降而求其次；若不行，能找到各方满意已经不容易；甚至只要能达到各方基本满意也就不差了。如果连基本满意都找不到，那末这个问题暂且无解。要末搁置一下，要末通过其他途径再找合适的解。

根据国内外的经验，在国际会议上很多专家都介绍了谈判与协商

的办法 以期在多利益主体之间找到一种平衡、折衷 及时解决现实问题。这一思路或策略 值得重视。

九、螺旋式推进策略

人类处在现实的世界中，理想不等于现实。一方面存在着多利益主体 多个目标 多种事物 各地区 各阶段 各约束 各种力量对比，……，相互交叉综合，矛盾一大堆；但是另一方面同时又急需解决实际问题，时不我待。怎么办？

系统工程提供一种方法论，称之为“螺旋式推进原则”(SPIPRO Principle)。运用这一策略，能把全局与局部、长远与近期、理论上的原则性与实践中的灵活性有机地和谐地结合起来。

螺旋推进方法论的本意是：不断地跟踪系统变化，选用多种方法，采用循环交替结合的方式，逐步推进问题求解的深度和广度。这正像在坚硬的土地上或钢板上打孔采用‘旋钻’的方法一样 可以化难为易。

运用旋进方法论有五条基本原则：

- (1) 从出发点现状到目标之间存在一条主轴线；
- (2) 划定偏离主轴线的界限标准(临界点)；
- (3) 及时改变运作方式、方法或调整参量 给以反馈调整；
- (4) 积极推进；
- (5) 在过程中追求相对有限的优化。

运用旋进方法论，在实践中就容易化难为易，取得实效，可称之为“以旋克难”。同时 复杂的客观世界是螺旋式演化上升的 需要运用螺旋式推进方法论来运作 可称之为‘以旋克旋’。

十、枚(MEI)系统经济学与人类的财富观

人类所有的活动，及其涉及的所有因素，都可解析为物料、能量和信息三要素 Material, Energy, Information 即 MEI)。枚 MEI 系统经济学指出人类活动中投入和产出关系中，物料和能量的转换效率一定小于 1 或等于 1 而信息的转换效率不确定 可能小于、等于、甚至大于

物料 $\eta_M \leq 1$

能量 $\eta_E \leq 1$

信息 $\eta_I \leq$ 或 ≥ 1

这样进而可得出一个明确结论：人类财富的根本源泉，只有两条：一是大自然的恩赐，二是信息的有效增殖。例如矿藏、天然原材料、淡水资源、野生生物或生命体的种群、自然物的造型和结构等等都属于第一类财富根本源泉；各种信息复制(copy)、创造发明与创新以及系统综合集成所产生的‘新品质’与‘新信息’等属于第二类财富根本源泉。

由于大自然的恩赐是有适当限度的，物料与能量的转换效率又不可能大于1，因此人类必须走可持续发展之路。

人类在可持续发展的轨道上前进，又要求人类财富的大量涌现和积累，势必要依靠信息的有效增殖。这是人类在现实中可以主动努力的积极而有效的途径，当今知识与信息经济得到高度的重视，是势所必然的。

人类关于财富的观念在变化。依照传统的观念，主要看人均GNP（国民生产总值）或GDP（国内生产总值）。这种衡量标准不能反映一个国家的真实财富，更不能反映一个国家的发展潜力。

1995年世界银行提出一种评价各国财富的新方法，把自然资源和其他各种资源综合起来评价，把财富分为三类资本，一是自然资本，即土地、水源、森林和矿产资源等就是自然界所具有的资源；二是创造所得资本，即机器、工厂、建筑、水利、交通等系统就是人造的技术系统；三是人力资本，即公众受教育的水平和健康水平，就是公众素质的高低。按照这种计算方法，可以比较真实地反映一个国家或地区的财富，把可持续发展的概念真正反映到经济统计中去。

按照三类资本的统计方法，澳大利亚位居第一，其人均财富达到83.5万美元/人，其三类资本结构比重分别为71%、7%与21%；加拿大占第二位，其人均财富为70万美元/人，其结构比重为69%、9%与22%；至于美国为42万美元/人，其结构比重为25%、16%与59%；而中国排在第161位，只有6600美元/人，其结构比重为8%、15%与77%。显然，对于人均自然资源不多的国家或地区来说，提高财富的主

要途径应该放在后两种资本的开发上。高素质的人口及其所拥有的科学知识 将是人类财富的主要来源。从其本质来说 其根本源泉乃是信息的有效增殖。第一类资本体现出大自然的恩赐，第二类资本反映出信息有效增殖的结果，第三类资本象征着信息有效增殖的能力。

最后 必须特别强调一点 可持续发展在认识上的飞跃 既有从消极一面的反思，更重要的却是突现出从积极一面的主动。让笔者引用宋健同志在 1996 年 12 月为上海交通大学 21 世纪发展研究院的题词作为本章的结束语：“引导可持续发展 实现新世纪辉煌”。

第二篇 生态工程与人类的生存发展

一、把握时代趋势、迎接重大挑战

现在全人类对 21 世纪都充满了憧憬和遐想，并在思考和行动，如何迎接新世纪的曙光、如何迈向 21 世纪。在 21 世纪 世界总的趋势将朝何方发展？包括社会、经济、科学、技术的发展将会趋向什么状况？这都需要我们自觉地、系统地深入研究，从中获取新的认识，科学地预见未来的前景，更可靠地确立我们要达到的远大目标，并从实际出发，采取强有力的行动。

从时间上讲，2000 年不是一般意义上的继往开来、承前启后的时刻，它是一个新的千年、新的百年、新的十年的开端。邓小平同志指出科学技术是第一生产力，这个“第一”就是第一位的变革力量。我们在谈及未来大趋势时 必然会讲述科技与经济、社会以及文化、军事、政治等各方面的相互关系及影响。我们讲可持续发展问题，这是一个涵盖方方面面的宏观战略问题，又是一个指导各学科、技术甚至具体工程、项目的基本原则问题。今天我在这里就是想通过当代的一门新型学科——生态工程的兴起、实践和未来的发展向大家介绍上述的重要思想和原则。

1. 冲击 21 世纪的演化趋势——智能革命

我们先从历史的角度，对生产力演进规律和时代变迁的轨迹作一番简要考察。如果说时代变迁整个过程可以简化为“资源——工具——生产力”这样一个时代链，那么有什么样的资源利用能力，就可能创造出什么样的生产工具，就会有什么样的生产力水平，也就会有什么样的时代特征。而人类可以利用的最基本的三项资源是物质、能量和信息。如何利用这些资源，与创造什么水平的工具以及有什么样的生产力是直接相关的。例如：早先人们把物质加工成材料的初级阶段，

就是古代的人力工具，它所对应的是农业社会；后来能量被转化为动力，即进入近代的动力工具，它所对应的是工业社会；现代信息成为最关键的战略资源，它可以被提炼成为知识和智慧，成为现代的智力工具。面对信息社会，智力工具的重要性位置更加突出了。

如果把近代工业革命简单地概括为机器放大了人的体能，那么智能革命就是用智能机器来放大人的智能。智能机器本身是机器发展的质变，通过智能机器把智力物质化。人又以智能机器为手段，来实现生产的智能化，然后又把人的自然智力和机器的人工智力两者的潜能都充分释放出来，并加强两者的结合，最终导致社会的智能化。同时，通过智能技术与生物技术的结合还将实现智力的人工进化和脑机的共生体 这将成为 21 世纪高科技的核心。因为智能革命要引起世界大的转变，使过去人们常说的知识就是力量也有了新的含义。对智能社会来说 智力比知识更有力量 知识的获取、处理、使用和创新 是社会发展的决定因素。

由于智能革命，世界的财富也将有一次大的转移，主要从物质资源拥有者手中转移到智能资源拥有者手中，特别是转移到高智能和新知识拥有者手中。如微软公司总裁比尔·盖茨就是靠智能取得成功的。微软 16,000 多名雇员，平均年龄只有 31 岁，百万富翁已超过 2,000 多人。他们就是靠信息、软件技术、经营头脑获得成功的。

关于知识对于经济增长的重要作用，只是近几年才被人们所认识到的。最近，在世界经济合作和发展组织发表的题为《论以知识为基础的经济》的文章中讲到，人力资本和技术知识一向是经济发展的核心。发达国家经济增长比过去更明显依赖于知识的产生、传播和利用，以知识为基础的经济已占 GDP 的 50% 以上 像高技术产品 知识密集型产品）在制造业产品中平均已占 20%~25% 比 10 年前增加了一倍 同时知识密集型的业务部门如教育、通讯和信息等产业都增加得更快。

当前世界各国都十分重视大脑研究，因为人的大脑是自然进化过程中最伟大的杰作，要实现智能革命，就要了解大脑。因此，彻底揭开大脑奥秘，是自然科学面临的巨大挑战。世界上许多国家，如日本最近