

与承载能力相适应 确保生态安全

潘家华

建设美丽中国的一个基本前提,是我们的社会经济活动不能超出生态系统的承载容量范围。地球资源环境容量是一定的,也就是说,生态供给是固定的,对生态的需求如果超出地球生态系统的供给能力,生态的退化就不可避免,自然美就会受到破坏。建设美丽中国,使人口资源环境相均衡、经济社会生态效益相统一,按照生态文明的理念和原则,尊重、顺应、保护自然,不仅要使生态的天然供给处于最佳状态,更重要的是要控制对生态的需求,也就是我们的生态足迹必须低于生态承载能力,确保生态安全,才能实现我们的宏伟蓝图。

一、改变消费方式,降低生态足迹

所谓生态足迹,是指依赖自然的人所消费的自然生态系统直接或间接提供的各种商品和服务,以及生产和消费这些商品和服务所产生的废弃物被生态系统吸纳而需要占用的具有生态系统生产力的土地(或水域)面积。^①因而,生态足迹就是生态需求,与生态系统生产能力或生态承载力,即生态供给,构成一种供求关系。生态足迹和生态承载力都用“全球公顷”单位度量,1全球公顷代表全球平均生态系统生产力水平下1公顷土地利用面积。对于一些关键生态因子,例如温室气体的生态足迹和水资源消费占用的生态足迹,则分别用碳足迹和水足迹表示,单位仍然是全球生态系统平均生产力的单位土地面积。生态足迹是用来衡量人类对自然资源的需求与消耗的有效工具,它将生态系统可再生资源供需状况加以量化,为环境经济政策的制定和生产、消费模式的选择提供理性依据,为推进生态文明建设提供客观标准。

生态系统的供给,多受自然容量的限制,即使通过投资和技术手段可以在一定程度上改进承载能力;但是,自然容量本身不会得到根本改变。而生态足迹则不然,它考察的是人的消费对生态系统的需要。例如食品消费的生态足迹,如果是粮食,需要一定面积的耕地来生产;如果消费中含有动物性食品如牛羊肉,则所需的土地面积要多于谷物生产所需要的生态足迹。对于一些工业制造品和基础设施投资,直

^① 这一概念最早由 William Rees 于 1992 年提出。见 William E. Rees, “Ecological Footprints and Appropriated Carrying Capacity: What Urban Economics Leaves Out,” *Environment and Urbanisation*, vol. 4, no. 2, 1992, pp. 121-130.

接或间接源于或用于人的消费，也存在一个消费选择，例如选择公共交通还是小汽车，生态足迹可相差十数倍。通过相应的测算，可以得到这些消费相应的生态足迹。例如钢铁，需要消耗能源、排放污染、占用土地、消耗水。根据生态系统固定转换的能量、土地使用量，可以测算出单位钢铁生产和消费占用的全球公顷数量。温室气体二氧化碳排放，也可以通过绿色植物光合作用固定吸收而测算碳足迹。

无论科学技术如何发达，人类始终依赖自然获取水、食物和能源。自 1970 年代以来，人类每年对地球生态系统的需求已经超过了其可再生能力。根据 2012 年的核算数据，^① 2008 年全球生态足迹达 182 亿全球公顷，人均 2.7 全球公顷。同年，全球生态系统承载力为 120 亿全球公顷，人均 1.8 全球公顷。^② 也就是说，2008 年全球生态赤字率达 50%，人类需要一个半地球才能生产其所利用的可再生资源 and 吸收其所排放的二氧化碳。按照这一趋势，到 2030 年，即便两个地球也不足以支撑人类的消费需求。中国脆弱的生态系统，正在承受着巨大并不断增长的人口和发展压力。根据世界自然基金会的测算，^③ 2008 年中国人均生态足迹为 2.1 全球公顷，是全球平均水平的 80% 左右。但是中国生态系统相对脆弱，生态系统生产力远低于全球平均水平。中国的人均生态足迹，已经超过生态系统生产力的两倍。进入 21 世纪，中国大量进口石油、铁矿石等自然资源，也可见一斑。而且，2020 年建成小康社会，意味着更高水平的城镇化率，更高品质的消费。现有的生活与生产模式，长期超负荷利用生态系统，生态欠债式的发展，已经威胁到并正在失去作为经济社会发展基础的生态系统的安全。

建设生态文明，从人的能动性考察，在保证人的生活品质情况下，选用不同的消费模式，生态足迹迥异。例如美国与欧盟的收入和生活水平大致相当，但是，美国人均碳的排放是欧盟的 2.4 倍，^④ 原因就在于生活方式的不同。因此，建设美丽中国，必须调整 and 改变消费方式，缩减生态足迹，使我们对生态系统的需求在其容量范围内，维护美丽中国的自然基础。

-
- ① 世界自然基金会汇集中外科学家对全球和中国的生态足迹进行了更新和匡算，并于 2012 年发布有关数据。见世界自然基金会：《中国生态足迹报告 2012》，第 64 页，<http://www.wwfchina.org/wwfpress/publication/shift/footprint2012en.pdf>。
- ② 世界自然基金会：《中国生态足迹报告 2012》，第 168 页，<http://www.wwfchina.org/wwfpress/publication/shift/footprint2012en.pdf>。
- ③ 世界自然基金会：《中国生态足迹报告 2012》，第 64 页，<http://www.wwfchina.org/wwfpress/publication/shift/footprint2012en.pdf>。
- ④ 欧盟和美国的人均碳排放水平均已过峰值，多稳中有降。欧盟进入 21 世纪人均下降幅度较大。此处为 2011 年数据。BP Statistical Review of World Energy 2012，世界银行 WDI 数据库。<http://data.worldbank.org/data-catalog>。

二、顺应自然，维护生态系统生产力

如果生态系统生产力受到人为干扰破坏，生态系统伤痕累累、满目疮痍，美丽则无从谈起。自然生产力是美的基础，宽松生息，美丽天成。维护生态系统生产力，需要遵循生态文明的理念，顺应自然，而不是逆自然而为，以改造自然的名义破坏自然。

20世纪80年代，改革开放后的中国在大规模工业化城镇化进程开启之初，就明确提出要保护“生态平衡”。当时的生态平衡，更多的是从保护自然的视角，维护自然生态供给的稳定性。新中国成立后，社会趋于安定，经济不断发展，人口快速增长，客观上需要更多的生态供给。我国1960年代全国兴起的“农业学大寨”运动，围湖造田、毁林开荒，旨在利用自然空间得到更多的生态系统产出，结果造成水土流失、河道淤塞、旱涝灾害频发；许多情况不仅没有增加生态系统产出，反而造成生态系统退化，生态系统生产力下降。此时的生态平衡，主要是自然恢复，环境污染并不构成主要的生态系统威胁。

改革开放后，中国的快速工业化进程将经济和劳动就业的重心转向工业制造业，大规模开采、使用矿产和化石能源，大量的工业废弃物进入环境。此时对自然的破坏，除生态系统生产力退化外，一些生态系统受到毒化。农业生产力提高了，单位产量增加了，物质产品丰富了。但是，水受到了污染，大气不再清新，食品供给数量可能有保证，但是质量不再安全。土壤的重金属污染、农药残留、大气颗粒物PM₁₀和PM_{2.5}，^①影响的不仅仅是生态系统物质上的产出，更是生态系统和产品的质的变化——受到毒化。受到影响的，不仅是生态系统的健康，而且包括人类自身的健康。相对于生态系统退化，生态系统受到毒化对生态系统生产力的破坏，对生态安全的危害更为深远。

如果说尊重自然是一种伦理道德理念的话，那么，行为准则就是顺应自然。如果不按自然规律行事，有悖于对自然的尊重，结果只能是破坏生态系统生产力。顺应自然的关键在于与生态系统的容量空间相适应。建设生态文明，实质上就是要建设以资源环境承载力为基础、以自然规律为准则、以可持续发展为目标的资源节约型、环境友好型社会，维护生态系统的生产力。承载能力的最终制约是生态系统生产力。我国地域辽阔，气候差异大，区域生态系统生产力空间分化明显，形成了我国相应的社会经济基本格局。西部地区环境容量低，生态系统生产力低下，难以承载大规模城镇化、工业化。同等面积的生态系统生产力，东部地区可能超过西部地

^① PM，即 particulate matter，即颗粒物。PM₁₀和PM_{2.5}指的是粒径小于等于10微米和2.5微米的颗粒。PM₁₀为可吸入颗粒物，PM_{2.5}为可入肺颗粒物。这些颗粒物多含有化学成分和重金属，是重要的致病因子。

区数倍甚至更多。顺应自然，需要评估的，不是地区社会经济的均衡发展，而是基于生态系统生产力的资源环境承载力。

三、尊重自然，与生态系统承载能力相适应

自然美，可以通过技术创新和资金投入，加以生产或创造吗？生态系统有其自身的空间格局和时间变化。如果通过工程技术手段，改变这种天然格局，可以增加局部地区或整个生态系统的生产力吗？

工业文明认为技术和投资可以改善环境容量，增加生态系统的生产力。但是，局部生态系统生产力的改善，并不意味着自然容量空间的扩大。而且，技术和投资造成表象上的容量空间的扩大，人为放大了生态系统的风险和脆弱性。投资越大，风险也可能越大。例如黄河下游的一些引黄工程，可以人为提高受益地区的生态系统生产能力，但是，一旦黄河断流，另一些依靠黄河水改善的灌区或城市的环境容量和承载力，将不复存在。因此，引黄在一定程度上是一种零和博弈：此处引水，彼处的水量就减少了，因为黄河源头或流域的自然降水，是一种刚性的气候容量，所形成的水量是一定的。如果超出自然承载能力，水量的分配只能是此消彼长。另一个例证是北京的用水管理。由于华北地区降水较为有限，水源短缺。为保证北京供水而限制北京周边用水，用水的经济和社会效益可能大幅提升，但从水环境容量上来看也是一种典型的“零和安排”。南水北调中线工程将汉水流域的气候容量用来补贴北京的气候容量而人为提升北京地区的生态系统承载力。但是，1200公里的调水距离，汉水流域的水循环，一旦出现变化，这样一种依靠外部容量扩展的生态系统承载力，就表现出极高的风险和脆弱性。采用工业文明的技术手段和社会治理模式，限制一个地方的美，或利用一个地方的美的资源，来换取或装饰另外一个地方的美，如果超出一定限度，不是尊重自然的表现，也不是一种真正意义上的美。

显然，工业文明理念下改造和征服自然的技术，并不完全符合生态文明和美丽中国建设的需要。生态文明的原则，是要尊重自然，遵循规律。生态文明原则所要求的技术，以尊重生态系统承载能力为前提。例如，提高能效的技术，可再生能源技术，对于生态系统容量空间，并不产生“零和”效果，而是一种真正意义上的容量扩充或承载力提升。当然，提高能效，也不是没有止境的，可再生能源的生产，也不可能是无限的。例如光热或光伏利用，太阳辐射到地球表面的总量是一定的，我们没有扩大地球表面积的技术。但是，对于有限的光能，我们可以通过技术创新，提高其利用效率。这就意味着，工业文明理念下的技术，一部分可以为生态文明建设所兼容，一部分可以为生态文明理念加以提升和改造。顺应自然，需要遵从生态系统容量空间的刚性约束。生态文明建设和美丽中国所要求的，不是让生态系统容量空间满负荷运行，而是要留有一部分空间余地，与其他生命共同分享；还要有一

部分，留给我们的子孙后代。

可见，发展经济，需要建立在尊重自然的基础之上。依靠征服自然和改造自然新增的承载能力，需要在整个生态系统层面进行生产力评估，承载能力的利用，需要考虑生态系统的转移支付或代价，体现对自然的科学认知和尊重。

四、保护自然，提升生态安全水平

建设美丽中国，需要在当前技术经济条件下，按照生态系统容量空间范围，发展经济，改善环境。对于社会经济活动的强度和水平已经超出生态系统承载能力的地方，需要“三管齐下”，减少生态足迹，逐步顺应自然，与生态系统容量相适应。

首先，要合理降低社会经济活动强度和水平。退田还湖、退耕还林、退田还草，减少载畜量，效果最为直接，但是，受到的约束或阻力也可能最大。这是因为，一个地方的社会经济对生态系统产出的需求有一定的刚性额度。宁夏西海固地区的气候容量有限，一方水土养不了一方人，这些人去往何处，也必须有相应的容量支撑。北京用水量超出其生态系统承载能力范围，将一部分耗水产业转出北京，对北京的地方财政和就业，显然也有不利影响。第二，要着力提升技术水平和改进体制机制。提高资源利用效率，使投入与产出之比不断提高。例如，在干旱缺水地区培育推广抗旱品种，可在不增加甚至减少对资源环境压力的情况下，提高产出，满足社会需要。第三，给自然生态系统以修复空间。长期以来的城镇化工业化，对自然过量的索取和破坏，使得自然生态系统已经难堪重负，退化严重。保护自然，必须避免违背自然规律的“修复”。在缺水地区美化环境，显然不能选用高耗水的草坪。干旱地区只适合草类植物生长，在这些地区植树造林，实际上是破坏环境。

顺应自然的美，才是真正的美，可持续的美。没有生态系统生产力支撑的人造生态安全格局，看似保护，实际上是破坏。许多地处干旱半干旱地区的城市，为了“美化”环境，采用工程手段建设大面积人工湖，不仅成本高昂，浪费水资源，与自然环境不协调，而且由于水源不能保证，这样的“美”不可持续。许多地方，建超大型广场、超宽马路，毫不吝惜地占用宝贵的生态系统容量空间，破坏自然美。人工建筑物，具有很大程度上的不可逆特性。具有涵养水源适合生物生存的土壤是数以万年自然形成的产物；人工建造的钢筋混凝土，一旦形成地表景观，要恢复到自然生态系统生产力水平，至少也要数百年时间。

从以上分析可见，构筑生态安全，需要从生态系统的生产力和生态足迹两方面来考察。生态供给通过技术和经济手段可以得到一定程度的提高，但是，生态系统容量或承载能力的有限特征，表明生态足迹不可能无限增加。降低生态足迹需要改变生产和生活方式，其中最重要的是消费方式的选择。如果选择奢华、浪费的消费

模式，无论生产方式如何改进，生态足迹超越生态系统承载能力将成为必然，生态安全就难以实现，美丽中国的基础就会瓦解。由于生态足迹并不必然与生活质量呈线性关系，遵循生态文明的理念和原则，追求健康、品质的生活方式，适度消费，可以有效约束生态需求，提升生态安全，实现人与自然的和谐，有序稳定推进美丽中国的建设进程。

〔责任编辑：梁 华 责任编辑：许建康〕