

环境科学研究

HUANJINGKEXUEYANJIU

(译文专辑)

华东师大环境科学研究所

华东师大科技情报室

一九八二年十一月

目 录

1. 自然生态系统的地理分布	萧德楨译(1)
2. 生态学与景观研究	孙汇琪译(10)
3. 全球环境	高伟生译(17)
4. 资源开发和人口控制	方如康译(19)
5. 酸雨—多大的一个威胁	张秀宝译(24)
6. 一个利用光合细菌的污水净化厂结构	顾祖宣译(33)
7. 水中致癌污染物的全球分布	龚良初译(37)
8. 酸雨对自然环境的危害	刁文魁译(42)
9. 海面水中的二氧化碳均相缓冲因子	沈明能译(44)
10. 镉对生物环境和人类的影响	王仪梅译(46)
11. 环境中的硒	范玲玲译(55)
12. 未来的环境影响评价——经济预测	应龙根译(65)

自然生态系统的地理分布

【苏】Ю. А. 伊萨柯夫、Н. С. 卡桑斯卡娅和 Л. В. 潘菲洛夫

萧德桢 编译

一、自然生态系统的分类原则

在研究生态系统时，不得不遇到的头一个难题是，生态系统成份的极端多样性和变幻无常。生态系统是由不同物种的大量有机体所构成的，它们彼此之间相互影响着。此外，还有各种各样非生物成份。生态系统中不论是生命的或非生命的成份并非是固定不变的，而是随着昼夜的更替、季节的更替、岁月的流逝而经常在变化中，甚至类似的生态系统也有它们各自特定的面貌。

与此同时，生态系统也是有规律地构成的，是有次序的综合体，而不是有机体及非生命因素在某一地区的随机混合物。

在认识生态系统过程中的另一层困难就在于，极少能遇到各种成分均匀分布的生态系统。较常见的是，生态系统就象是拼花艺术那样，其中各种成份十分别致地相互交替出现。在这方面尤其可以指出的是，在热带森林中很难找到能经常重复出现的植物群体。

生态系统可以分为三个主要类型：形态(外貌)型、因素型和功能型。如果说形态型主要是生物学家们(植物学者、生态学者、部份动物学者)研究的成果，那么因素型则主要是地理学者(景观学家土壤学家和气候学家)所研究的成果。

生态系统还可以根据生境物质迁移的方向、迁移的经常性和多少、物质循环的强度，物质的堆积，而分成如下三大类型：过境型、自主型和堆积型。尚可细分为半自主型及自主型、水堆积型、陆地—水堆积型、陆地堆积型等。

在过境型生态系统中，物质的运动在一些情况下几乎是水平方向的(海洋、湖泊、河流)，这取决于风向或重力流。有时也有垂直方向的物质运动(例如大的水库中)，这取决于水的对流。在陆地上的过境型生态系统，主要表现为物质的倾斜搬运。

在自主型和半自主型生态系统中主要观察到微倾斜面的物质搬运(水)。但垂直方向的运动也占一定份量(例如随大气降水进入的物质)。还有几乎水平方向搬运(风)。有时迁移性大的动物也有搬运物质的作用。

在水堆积型生态系统中主要是悬浮粒的重力下沉以及氧向水下的扩散。

在陆地—水堆积型生态系统中，物质几乎是水平进入的(水、缓慢的水流域海潮)。

在多盐的陆地堆积型生态系统中，可观察到物质的水平运输(临时性的地表径流和风)，但物质自下而上地垂直进入(随毛细管水的物质运动)起到特别大的作用。这是由于盐土表面强烈的蒸发。

在缺盐的陆地堆积型生态系统中，主要是物质自上而下(随降水)进入系统。

关于这些生态系统型的划分与物质运动的关系，请参看以下的示意图。

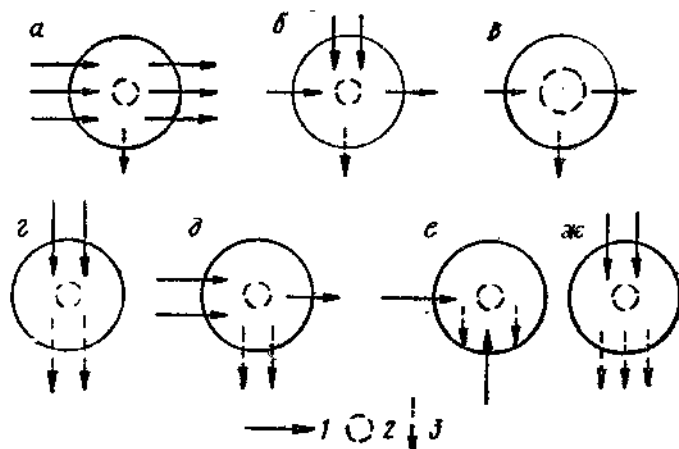


图 1 不同类型生态系统中物质运动的特点

生产系统: α —过境型; δ —半自主型; β —自主型; γ —水堆积型; a —陆地—水堆积型; e —多盐的陆地堆积型; $\alpha\epsilon$ —缺盐的陆地堆积型; 1—表示物质搬运的方向、大小和强度; 2—物质生物循环的强度; 3—物质堆积。

详细的分类、系统见表 1。

表 1 自然生态系统的分类

生态型	生态级	生态族
1. 过境型	1. 喜温喜水的	1. 海洋表面 2. 海滨与陆棚 3. 淡水体(缓慢的水流和短暂的静水) 4. 水流迅速的河流及小河 5. 湿润山地常绿林 6. 河漫滩林与高草地 7. 暗色针叶林 8. 陆地藻类和地衣植被 9. 亚阿尔卑斯灌木 10. 明亮针叶林与硬叶林 11. 缝岩式露头 12. 弗利干那群落(有刺常绿灌木)和喜旱疏林 13. 草甸草原 14. 干草原 15. 热带雨林 16. 热带干林 17. 热带草原 18. 肉质灌木荒漠 19. 砂丘和砂质荒漠 20. 粘土质—石质荒漠 21. 夏绿阔叶林(即落叶阔叶林) 22. 亚阿尔卑斯草甸 23. 阿尔卑斯草甸(即高山草甸) 24. 落叶松林 25. 冻原 26. 深海和次深海 27. 热带沼泽林 28. 红树林 29. 盐土 30. 藓类沼泽
2. 半自主型	2. 喜寒喜水(大陆的和岛屿的)	
3. 自主型	3. 喜温喜湿的 4. 喜寒喜湿的(主要是裸子植物) 5. 广温广湿生境的 6. 喜温喜中湿的 7. 喜温喜旱的 8. 喜热喜湿的(不是经常淹没的) 9. 喜热喜中湿的(有木本植物) 10. 喜热喜旱的 11. 喜寒喜湿的(主要是被子植物) 12. 喜寒喜中湿的 13. 喜严寒喜中湿的	
4. 水堆积型	14. 海洋喜寒喜水的	
5. 陆地—水堆积型	15. 喜高温喜湿的(经常淹没的)	
6. 陆地多盐堆积型	16. 喜高温喜中湿的(没有木本植被)	
7. 陆地缺盐堆积型	17. 喜寒喜湿的(以隐花植物为主)	

二、自然生态系统的地理分布

生态系统同环境条件间关系的统一指标,就是它们的地理分布。生态系统的各种分类可以同气候及其他环境因素作很好的对比。如果我们只看大的生态系统分类,则它们应首先表现为地理问题,也就是反映在地图上。各种类型生态系统中,最广泛分布的是过境型生态系统。

1. 海洋表面生态系统分布区的界线,同现代海洋的轮廓几乎是吻合的。只是在陆棚地区,这些生态系统随着深度的变浅同底栖的有机体群落有愈来愈密切的联系。在亚海滨带,这种联系已如此紧密,以致再无根据说是存在有独立的海洋表面复合体。必需指出海洋表面生态系统的生物区,不仅在生活形态上,而且在动植物区系的成份上都有相当大的一致性。

2. 海滨和陆棚生态系统的分布十分广泛。应指出,海滨最丰富的生物区同珊瑚礁的分布是相符合的,也即主要见之于南北回归线之间。然而,在更高纬度处的海滨也有相当丰富的生命,最远可达北纬 50° 和南纬 50° 处。暖流,例如墨西哥湾暖流使这一界线还要向北推进。陆棚的生态系统同海滨生态系统相比,有机体的丰富程度要小得多,但却占有很大的面积。在欧亚大陆和北美的北部沿岸,以及中美洲及南美洲北部,及太平洋西部,其分布区特别宽阔。应注意到,在非洲沿岸和欧亚大陆与非洲的邻接处几乎见不到陆棚的生态系统。

由此可见在陆棚及其生态系统的地理分布方面具有相当明确的规律性。首先,它们广泛分布于北极区。这是大陆块的淹没部分。在历史上地壳的这一部份曾发生非代偿性的下沉,这是北方大陆第四期冰期时大冰块的压力所引起的。在亚洲东部,澳大利亚周围,以及中美洲和部分南美洲陆棚的发展同现代活跃的构造运动有关,此构造运动使得太平洋周缘«火环»区的洋底抬升起来了。这里广泛分布的不仅有陆棚,而且还有以带状环绕着太平洋的陆地。如果从赤道上西经 150° 开始(也即以太平洋为中心在地球表面划出一些同心圆的地带(每带宽约3000公里),则太平洋周缘的巨带原来就是最大的陆地(处于陆半球中心的非洲陆台不考虑在内)[Папфилов, 1966]。

至于存在于太平洋区的陆棚和海滨有机体各个群落的亲缘关系,则表现为陆棚海滨生物复合体在历史上的统一性和古老性(主要是中生代晚期的)。它们的分布区往往有很宽的中断现象,例如东南亚中美沿岸剑尾鱼分布的中断。与此同时,非洲大陆周围的沿岸生物复合体却是贫乏得多,并且看来系由太平洋沿岸的生物复合体所派生的。这一点在非洲的大西洋沿岸是特别明显的。

3. 水流缓慢而有时呈死水状态的内陆淡水生态系统,在所有大陆的广阔平原上都有极广泛的分布。这一生态系统在欧洲,西伯利亚,东亚与南亚,东北非和赤道非洲,以及北美与南美的大部份地区是很典型的。这一生态系统的生物区在热带—赤道带及亚热带(从北纬 50° 到南纬 40°)是最为多种多样的。

4. 属于喜寒喜水的流速快的河流生态系统,其分布特点在很大程度上取决于现代的山势。他们主要集中于海拔1.5—2公里以上的山区。因此,这些生态系统在南美的西部、欧洲山地(比利牛斯、阿尔卑斯、喀尔巴阡、巴尔干半岛的山地、高加索),天山和帕米尔阿尔泰山和萨彦岭,伊朗和阿富汗的山区,喜马拉雅山和中国中部的山地,以及沃洲

东部的山地是最典型的。但是在近北极圈处、这些生态系统存在于海拔较低的低温水体中。例如，它们在欧亚北部、阿拉斯加和加拿大北部有很广泛的分布，那儿不仅可见之于较低的山地，而且也见之于平原，并且也见之于水流很慢的大河流。

5. 喜湿喜温过境型生态系统的分布区是很分散的。它们或者分布于无冰冻的和潮湿气候的山地，或者在河漫滩和某些湖岸上发育良好。在北极圈和南极圈以外几乎见不到此类生态系统。他们在热带、亚热带和暖温带纬度处的动植物区系最为丰富，这完全符合于它们的名称“喜湿生态系”。

湿润的山地常绿林生态系统也属此类，主要分布于北纬 40° 和南纬 40° 之间。但赤道带热带范围内的中南美以及东南亚表现得最为良好，表现出了它的所有特征。

正如古植物区系的资料所指出的，湿润山地常绿林生态系统的这种分布在一定程度上证实了它的残遗性。例如它们还在第三纪的时候就曾广泛分布于西欧，高加索和中亚。但是看来，不论在非洲或是在欧洲大陆的西部或中部，它们任何时候也未能像太平洋周缘那样具有丰富的生物区系。

总的讲，这些生态系统生活区的现代分布和成份相当肯定地表明在太平洋中心曾经有一个古代的陆地，而目前环太平洋的这些系正是由那儿向东及向西扩散而来的。在现代太平洋火山群岛的山头上还保存有这些生物区的某些代表。当然，在进化的过程中，它们发生过某些变异，现在大部分表现为特有种及特有属。

6. 说到同属于喜湿喜温生态系统中另一族也就是河漫滩森林及高草生态系统的分布特点，应该注意以下几点。这些生态系统一个很典型的特点是，它们总是分布在亚热带及温暖地区中时常发生干旱的大河流河谷中。在更高的纬度上它们见之于北极圈以北和亚南极的群岛上，但其生物区的成份要贫乏得多。在热带赤道带的纬度上沿河照例是没有这些生态系统的，因为他们显然竞争不过更完善的和专门化的热带雨林和热带沼泽生态系统。同时，正是在这些地区的陆地上发育了喜湿草地的广阔丛林（例如纸莎草草地），它属于河漫滩高草生态系统。大面积的此类生态系统存在于南美、非洲、东南亚、新几内亚和澳大利亚北部的赤道带和热带地区。

最后，小块的河漫滩林和高草生态系统还广泛分布于所有的大陆和岛屿上内陆水体的沿岸，但是不可能将它们都表现在小比例尺的地图上。

7. 喜寒喜湿生态系统中有一种暗色针叶林生态系统，它以某一科的裸子植物占压倒优势，这种生态系统的分布区是很有趣的。它们仅见之于北半球，并且在北纬 40° — 50° 间的分布最为完整。向南去，暗色针叶林仅见之于山地（尤其是喜马拉雅山），但任何地方均未能延伸到北回归线。这些生态系统在日本、中国的山地和美国及加拿大的近太平洋沿岸山地具有特别丰富的成份，并且显然也具有它的古老性。

此类生态系统分布于欧亚大陆北部和北美北部的广阔领域中，分布于山地、也分布于平原，无疑后者是次生的。这里暗色针叶林的植物成份以及有关的其他物种是相当贫乏的。它们显然只是在第四纪末大陆冰融化之后才占领这一领域的。

一般讲，暗色针叶林生态系统如同湿润山地常绿林那样，它们的起源和地理分布不论是在过去的年代或是在现代都是同山地紧密相关的。这些生态系统的现代分布状况也同样表明了太平洋古陆在其生物区进化中的巨大意义。

在南半球为何缺少这些生态系统？这可能是因为南纬 40° 以南没有大块的陆地，尤

其没有带有中高山地并具有适宜于形成暗色针叶林条件的陆地。然而应指出，松科及其化石残遗的全部现代代表仅见之于北半球。

8. 陆地藻类和地衣类植被属于自主型生态系统(广温、广湿生境的)它们的分布在现代是十分典型的(图 24)。他们主要占有极地地区和欧亚大陆高山积雪带(在北纬 25° — 45° 间)，以及南美的南部(在赤道和南纬 20° 间)。当然，这些生命贫乏的生态系统也以小班块状分散于其他高山区，那儿在一定程度上表现为积雪景观和亚积雪景观。由此可见，这些生态系统作为完全独立的构成物仅仅在全年极度低温的条件下占统治地位。粘土荒漠生态系统是例外现象，此生态系统发生在暖温带荒漠中周期性地被水淹没的粘土质表面上。

现在我们来看自主型生态系统的地理分布，此型生态系统在分类上是极为多样的。

自主型生态系统地理分布的总图已充分确定。它们只分布于陆地上，占据了陆地的大部分。这些生态系统在分水地段和平地地区是尤为典型的。自主型生态系统在干燥和半干燥条件下是到处占统治地位的，而在湿润气候的平原和山坡地段它们有时让位于具有森林或沼泽外貌的过渡型和某些堆积型的生态系统。

属于喜湿喜中温的生态系统占有领域不很大，主要是中高山地，但有时也可见之于较大的高度处(约海拔 3000 米)，尤其是在热带和亚热带纬度上，有时也可见于平原上，在中等纬度和亚极地纬度)。

9. 亚阿尔卑斯灌木生态系统分布于所有的大陆上(图 25)，并且在高纬度他们处于海拔很低的地区(例如在纽芬兰、苏格兰、堪察加和新西兰)，而在赤道附近则仅见之于亚阿尔卑斯带的下部，也即是在超过海拔 2000—3000 米的高度上。

尽管构成该生态系统生物区的动植物成份有相当的独特性，但是其中有时也遇到同源的有机体，尤其是一个属中不同的种。在这种情况下他们具有极其分散的分布区。不论是这些有机体，或者是整个生态系统都具有一定的残遗性。

这使我们可作出很重要的结论，亚阿尔卑斯灌木生态系统的分布，无疑是大陆和海洋地壳普遍强烈抬升的指标，在白垩纪和新生代这种抬升占有巨大的领域，包括现代大陆和海洋的许多地段(首先是大西洋和印度洋)。看来唯有此途才能解释新旧世界山区一系列动植物分布区如此分散的缘故。

要用气候的某种全球性变化来说明热带赤道带山区亚阿尔卑斯有机体是不可能的。如果假定在热带和赤道带低海拔陆地的气候条件在某个时候适合于亚阿尔卑斯有机体的生活，则完全不能理解在那时何处存在有热带赤道带型生态系统中成份极其丰富的有机体呢？中生代后期以及尤其是新生代的化石残遗动植物表明，热带雨林在整个新生代中所存在的地区与今日是相同的。

还应指出各大陆亚阿尔卑斯灌木生态系统的生物区成份具有相当大的差异，这证明了它们的古老性和历史发展的独立性，尤其是整个新生代期间。

在研究亚阿尔卑斯灌木系统地理分布时特别注意到它们在西藏高原的南部及东部边缘占有特别大的面积。正如业已指出的，这些生态系统在历史上看来曾是其他山地生态系统如亚阿尔卑斯和阿尔卑斯草甸的来源。这说明了何以后者在欧亚大陆具有特别广泛的分布，不仅在西藏地区，而且在其他山区。高山草甸生态系统通常要比亚阿尔卑斯灌木占有更大得多的面积。

10. 属于喜温喜中温自主型生态系统的还有明亮针叶林和硬叶林——目前广泛分布于

热带以外的地区，而在热带仅见之于山地。然而应着重指出，这些生态系统在亚热带纬度处不论在结构与功能方面，而且在生物区成份的多样性上，都有极完全的表现。它们主要分布于地中海、喜马拉雅山、中国和美国西部、墨西哥、南非联邦的开普省以及澳大利亚西南和东南部。

明亮针叶林和硬叶林生态系统的古老性决定了它们的动植物成份有很大差异。与此同时，物质的生物学循环，有机体对外界影响的适应及生态系统对外界影响的反应在所有这些生态系统中都是相当标准的。

上述生态系统在北纬 40° 以北（即在亚热带以外）占有广大领域，这表明其生物区的一系列成份具有相当大的生物学潜力。松属尤其如此，还有许多灌木和草类也是如此，在此应指出，不论是在亚热带或是亚热带以北，这些生态系统在欧亚大陆上和北美洲总是分布在不太有利的生境中——海滨和沿河的砂土上，多岩石的地方和沼泽中，以及肥力很低的粘重土壤上。后者在热带山地的许多地区是很典型的（中美、东南亚）。

属于喜温喜旱级的自主型生态系统的分布是很广的，但在很大程度上是分散的。这些生态系统在大多数大陆的内部构成比较完整的大块的分布区（尤其是北美和欧亚的平原）。它们主要分布于北纬 40° 和南纬 40° 之间，也就是在温暖气候的条件下。

11. 嶮岩式露头生态系统十分广泛地分布于所有的大陆和岛屿上，但不论那里都不占有很大的面积。他们主要集中于山地隆起的周围，即存于那儿的山前地带和中高山地（甚至存在于整片森林的地区中）也存在于无林的高山区。高山区的这种生态系统是特别典型的。与此同时，这些生态系统也见之于平原，例如在河流的陡岸，在冲沟的陡坡上，在蚀余高地上，以及北冰洋沿岸地区土壤发育程度很差的地段。

这些生态系统植物的特点是地上器官具有相当明显的旱生形态，这使得它们得以忍受温度和空气湿度的强烈变化，而根部所处环境的稳定性缓和了不同气候条件的影响。因此此种生态系统在各种自然区中在生物区的结构与功能方面都是十分类似的，虽则在各个地理区中它的成份会有很大的独特性和特有性。

12. 弗利于那群落和喜旱疏林生态系统的分布类似于明亮针叶林和硬叶林生态系统的分布，但既然它们位于较温暖的干旱生境，则它们的分布区几乎不超过 40°N 和 40°S 的界限。

只是在地中海（在西班牙、意大利、巴尔干半岛），在克里米亚和中亚（天山）这些地方，它们的分布稍许超过了 40°N 。各个大陆上的这些生态系统的差异是很大的，这表明这些生态系统具有很大的古老性，从而使得其中动植物群在系统发育上发生了深刻的分异。

13. 草甸草原生态系统的地理分布十分典型。它们主要位于北半球的大陆内部——北美和欧亚大陆热带以外的区域。在干旱气候区中草甸草原仅分布于山地（近东、哈萨克斯坦南部），在 40°S 附近则处于海拔不高的地方（阿根廷、新西兰）。在整个非洲和澳洲大陆实际上缺失此类生态系统。

14. 干草原生态系统的分布区基本上是类似的，但它位于大陆内部更其干旱的条件下。在北美洲和欧亚大陆这些生态系统占有特别大的领域。在非洲它们仅沿着地中海沿岸分布。在澳洲类似的生态系统仅占有不大的领域。在南美洲它们的分布是很有趣的。只是在这里它们才分布于热带赤道带领域内（在安第斯山的高山上）。这证实了如下概念是公

正无误的，即干草原生态系统就如同草甸生态系统那样，几乎绝无疑有的只分布于热带以外的纬度上。值得注意的是干草原生态系统在北半球的分布是较北的(达到 55°N)，而在南半球它们在 40° 以南就见不到了。这一点显然与南半球气候具有更大的海洋性有关。

15. 属于喜热喜湿级有时受淹的生态系统，其分布十分明确：它们位于热带赤道带领域内经常性湿润的气候区域。热带雨林生态系统属于此级，只有部份地方分布到回归线以北或以南(墨西哥、佛罗里达、马达加斯加和澳大利亚高山区)。此族生态系统向北伸延最远的是在喜马拉雅山南坡和阿萨姆邦，这取决于从孟加拉湾侵入的温暖湿润热带季风的影响以及世界上最高的山脉阻挡了北方干冷气团的侵入。热带雨林生态系统在美洲和东南亚热带赤道区所占的面积是最大的，而在非洲它们分布于相对较小的领域(大约仅占该大陆热带赤道部分的五分之一)。相应来讲，热带雨林生态系统生物区在南美洲及东南亚群岛是最为丰富的，而在非洲则是稍为贫乏的。

具木本植被的喜热喜中湿的生态系统是陆地上分布最广的生态系统之一。在 40°N 和 40°S 领域内属于此级的生态系统占有全部陆地面积的一半左右。

16. 热带干林生态系统的分布在许多地方与热带雨林的分布是相重的，但具有某些独特性。第一，它们所占的总面积较小，主要分布于南美洲，非洲以及特别是东南亚区的岛群。其二，值得注意的是，在降水季节性明显的领域此生态系统有十分广泛的分布(中美洲、巴西东南、印度、澳大利亚北部)。其三，热带干林带常常超越出热带赤道带以外(不仅在喜马拉雅区域，而且在中国，在阿拉伯半岛、在墨西哥、南美，以及在澳大利亚东部有一点)。

17. 热带草原在陆地上所占的面积超过了任何其他陆地生态系统的分布面积。它们也主要集中于热带赤道带，并且主要在非洲和澳大利亚，而在南美洲特别是亚洲的分布不多。同热带干林生态系统相比较这些生态系统在很大程度上具有向回归线以北及以南分布的趋势。例如它们见之于美国南部，在阿根廷占有相当大的领域，在非洲的东南端以及在澳大利亚。在克什米尔以及中东的许多地方可以见到热带草原的残片，那儿它们已超越了 40°N (塔什干区)。

喜热喜旱生态系统的分布十分广泛，尤其是在包括撒哈拉、阿拉伯半岛，都兰低地及其邻近的哈萨克斯坦以及中亚地区(喀什噶尔、戈壁及西藏)在内的大荒漠带。它们在澳大利亚也占有相当大的面积。在陆地的其余地方，如南北美洲、撒哈拉以南的非洲，这些生态系统并不典型。而在欧洲、西伯利亚及亚洲东部是没有荒漠的。

可见，喜热喜旱生态系统主要分布在热带和亚热带纬度，仅部份分布于温带纬度湿度不足的地区，这或者是由于处于大陆内部的位置，或者因为处于有寒冷洋流通过的附近地区。不论何种情况，大气中水汽含量的不足使得这些地区具有相当大的日射率以及使得气温和土表温度有很大的变幅。

18. 南半球大陆所典型的肉质灌丛荒漠生态系统属于喜热喜旱生态系统级，并且这些生态系统均分布于离海岸不远的平原或山中。只有在墨西哥处于内陆山区。在所有这些地区中，有时会有极大量的降水、在许多月份内使土壤或者植物有水份的贮存。此族生态系统的生物区是十分喜热的，因此它们主要分布于热带一赤道带以及亚热带。

19. 砂丘和砂质荒漠生态系统族具有另一种分布区。属于此族的荒漠生态系统在大荒漠中是特别普通的，它们的分布虽则也很分散，但是在大陆内部有大块的砂质荒漠。在澳大

利亚内陆地区类似的生态系统也很普遍。但是在非洲南部它们仅占有不大的领域。最后该族砂丘状的生态系统从历史上讲显然是形成砂质荒漠的原先基础，在炎热与温暖气候的许多地方形成极长而窄狭的带。不论是在北半球或是在南半球，砂质荒漠生态系统以及与他很接近的海滨砂丘生态系统从赤道区一直伸延到 47—48°N 或 S。

20. 在喜热喜旱生态系统中粘土质—石质荒漠的分布是最为广泛的。它们在撒哈拉、近东、中亚和中央亚洲占有最大面积，但也见之于南北美洲、澳大利亚以及非洲西南部。这些生态系统的特点是，它们除了有热荒漠之外，还包括有冷荒漠。因此，粘土质—石质荒漠不仅见之于热带和亚热带纬度，而且也见之于这些纬度以外的地方，例如在哈萨克斯坦它们位于 50°N，而在南美洲位于 52—53°S。

21. 以被子植物为主的喜寒喜湿生态系统分布区基本上在北半球，并且主要在温带纬度范围（加拿大南部和美国东部、欧洲大部、远东滨海地带以及日本中部）。在此生态系统的南界附近仅见之于山地（阿帕拉契安山、地中海北部地区，小亚细亚、高加索、朝鲜）。

此级的代表是夏绿阔叶林（即落叶阔叶林）生态系统。该系统在上述山区的成份是比较丰富的，而在生物区的其余领域则要单调、贫乏的多，尤其是具有大陆性气候的地区（例如哈萨克斯坦北部）。总的讲，这些生态系统基本上分布于 60—40°N 之间，在此以南则仅见之于足够湿润的山地。

22、23. 喜寒喜中温的生态系统有两个族——亚阿尔卑斯草甸和阿尔卑斯草甸。这在欧亚山区是特别典型的。尤其是中央亚细亚。它们向西伸到阿尔卑斯山和比利牛斯山，其生物区的多样性程度也逐渐下降。虽则中央亚细亚在整个第三纪中曾经是这些生态系统最重要的发育地区，但它们的出现应是从其他地方开始的而且发生于更古老的年代。说明这一点的是，在北美山区以及热带山区的高山草甸存在有某些系统性的生态类群。至于说到塔斯马尼亚和新西兰的此种生态系统，他们可以独立发生成为类似的生态构成物。

24、25. 自主型生态系统的最后一个级是喜严寒喜中温的生态系统。他们仅分布于北半球，并且在欧亚大陆的北部和北美洲有最广泛的分布区，从北冰洋一直到 50°N。而更往南去则仅在欧洲和中央亚细亚的高山上呈碎片状分布。

落叶松林生态系统的分布区基本上分布于北美北部山区，阿尔卑斯高山区，西伯利亚的广阔领域，蒙古北部以及远东的北部。

这些生态系统表明它们是起源于山区的。

该级的另一生态系统是冻原，在北半球呈现为环绕北极分布的特点。它们基本上占有 50°N 以北的山地，而在近北极圈处也分布到海平面。

26. 水堆积型生态系统的地理分布：取决于海洋中超过 2000—3000 米深度的地段。但这些生态系统在一定程度上也形成于大陆的领域内，也即在某些古老的深湖中（例如东非的湖泊和贝加尔湖）。

海洋喜寒喜水生态系统属于此种类型。也只有一个族，即深海和次深海生态系统。这些成份较为贫乏、生物产量不多的自然综合体，在很大的水域内都具有相当单调的生物区。

27、28. 陆地水堆积型生态系统具有一个级——喜高温喜湿经常泛滥的生态系统。它们分布于热带赤道带，并且主要分布于南北回归线之间。只是在佛罗里达半岛，巴西东南部和非洲东南端这些生态系统分布到回归线以北或以南。属于此级的生态系统或者分布于海洋沿岸，或者分布于大陆内部有相当大量水体的地点（尤其是南非和赤道非洲）。

多沼泽的热带森林生态系统族占有很大的面积，主要分布于热带赤道带的平原区。这些生态系统在亚马逊河流域，刚果河中游以及印尼群岛和新几内亚的一系列沿岸低地是十分典型的。多沼泽的热带森林生态系统存在的气候条件以及该区域内的水径流状况，是相当单一的。这就决定着这些生态系统在结构和功能上的统一性，虽则在不同的大陆和群岛上，其生物区的系统成份有其独特之处。

上述生态系统和级的另一族是红树林——分布于赤道和热带地区海洋沿岸。这些生态系统生物区明显的专门化是毫无疑问的。但特别重要的是，它们的系统成份在广阔地区范围内都是相类似的，这表明这些生态系统历史上是通过海洋相互联系的。

29. 陆地多盐堆积型生态系统只有一级，即没有木本植被的喜高温喜中温的生态系统，也只有一个族，即盐土生态系统。它们在分布上是颇有特色的。在赤道热带地区，盐土生态系统主要见之于海洋沿岸，而在回归线以南或以北则既见之于海洋沿岸，也见之于大陆深处。例如美国的西部、欧亚大陆、南非和澳大利亚都是这样的特点。在南美洲类似的生态系统也见之于阿根廷西部的高山区。

虽然有一定的独特性，但在各个大陆上的这些生态系统，其生物区成份是十分贫乏的，但是有时在一定程度上会出现相当多的盐土动植物群所仅有的某些属。这表明，盐土生态系统最初不仅形成在特殊的条件中，而且也形成于古代海洋沿岸多少有点同一的中心，但后来随着海退的程度和生命综合体的迁移而广泛散开，尤其是向大陆内部的迁移。

30. 我们所划分的最后一个生态系统型——缺盐的陆地堆积型，只有一个级，即以隐花植物占优势的喜寒喜湿生态系统，也只有一个族即藓类沼泽生态系统。它们在地理分布上是具有鲜明特点的。

藓类沼泽作为独立的生态系统主要分布于温带纬度——北半球由 50°N 到 63°N ，在西半球由 38°S — 54°S 。为什么正是在这一纬度上(基本上是高纬度了)，藓类沼泽成为一种独立的生态系统呢？虽则它的碎片也可见之于赤道附近，尤其是山区。显然，这是由于其他生态系统利用热带地区的有关生境发展起来，排除了藓类沼泽生态系统在此发展的可能性。其生物区的成份混入历史较年青的热带雨林生态系统，其中有部份地方是热带沼泽林。可是看来许多藓类是从古代的森林生态系统直接过渡到这些生态系统中去的。

主要生态系统在地球上的分布概述使我们得以判断决定地理分布的各种因素。

(根据《Классификация, география и антропогенная трансформация экосистем》一书的相关章节编译。Ю.А.Исаков 等著，1980 年)

(上接第 18 页)

认清他们所具有的环境良机合理的环境问题的精心设计。发展满意的技术工艺，加强发达国家与发展中国家的相互交流与支援，那么改善全球各地的生活环境的前景方面将出现一个崭新的变化的世界。

【美】M.K.Tolba 博士

译自 EPA JOURNAL JANUARY 1980 P9—11

生态学与景观研究

孙汇琪 译 吴建藩 校

在认识环境这一难题方面“景观生态学”已变成了时髦用语。这个用语常在科学调查、书籍标题与研究计划中出现。此外，在对学校、教研室和研究所命名时，这个用语不仅在地理学和生物学范围内，而且在其他科学领域里都得到运用，特别是使用以于科学知识进行环境保护和国土规划的部门。而在环境保护及国土规划工作者中，景观生态学这个名词同样也是通用语。

一方面，我们从上述情况看到令人高兴的事实：地理协和的思想得到广泛的传播，其积极作用在不断增加。这部分是由于解决实际问题的明显需要（地理协和思想能为实际问题的解决作出有益贡献）。不管人们对景观生态学作出何种解释，景观生态学不仅从其概念的形成，而且首先是在有计划地提出的研究任务中，都是科学研究和教学的一个重要部门。

对于在景观方面进行生态学研究必要性的认识，有助于承认过去长期有争论的景观学说。在景观学说的许多有争论的问题中，十多年来有许多急迫问题的争论已经解决。运用地理协和的观察方法，为科学地理解和有计划地探索这些问题创造了前提。例如联合国教科文组织的国际多种科学协作的“人与生物圈”研究计划就是这类研究工作的前奏。

另一方面，景观生态学这个名词已成为引人注意的著名用语。外行人在使用这个词时，有曲解其含义的危险，以致引起概念上的误解而失去其价值。对景观生态学的含义有两种原则上不同的理解，它们是互相对立的。有些学者在使用这个词时还没有意识到这点，因此对它的词义产生了误解。

混淆景观生态学含义的原因是：在引用景观生态学这概念时，卡尔·特罗尔把具有生物学含义的生态学看成为研究生命—环境相互关系的科学。但是另外一些人，他们显然不懂生物学，只是从景观生态学的转义中引伸出“景观经济学”，把生态学这个名词（有人把生态学错误地理解为经济学）作为一个专门概念，运用到物质与能量转换的地理协和系统中，他们在并不存在生命—环境相互关系的无机景观领域内也谈论生态学问题。“景观经济学”并不局限于生命—环境相互关系的含义，还有“经济”的另一方面的意义，这种含义的出现比生物学所认为的生态学的含义的产生要早一百多年。

关于景观学的科学概念问题，近几十年来在国际范围内已经取得了某种一致的意见。人们如今进行了多学科的综合研究，证明这种含义是适当的。从这个含义中可以引出一个庞大的研究方法的系统，借助于此系统在可能到达的空间范围内可以进行复杂的地理协和问题的研究。

景观是在空间结构的系统，包括三个各具不同规律的系统：无机系统、生物系统和人类系统。这种系统理论能够弄清实践中的许多重要问题，并能运用新的计量分析方法，事实证明这种理论是适当的和起关键作用的。因而在一些与应用地理学密切相关的应

用科学的学科中,这种系统理论比在某些地理学家中更易被理解,更顺利和迅速地得到贯彻。

如果我们要在景观研究中贯彻生态学的观点,那么搞清生态学的含义是必要的。1866年恩斯特·黑格尔在他写的“生物的一般形态”一书中为了生物学的某个专门领域的需要第一次提出“生态”的概念,他提出这个新概念的目的是从生物与外界环境的关系来解释生物的形态与生活方式。为此他使用了“oikos”这个希腊词(意即房屋、住所、“环境”!)。

生理学的任务是阐明生物的功能,因此黑格尔也把生态学称为“关系生理学”,其任务是“研究和说明生物体的功能与外界环境的关系”(见1866年黑格尔著作第二卷第二三六页注释一),因此生态学是一门研究“在物体与外界环境关系的科学,广而言之可以包括生存条件的全部”(引文同上书,第二卷第二三五页)。

黑格尔补充指出:“我们是把与所有生物发生关系的整个外界环境看作生物的生存条件的”当时黑格尔指的是综合生态学,以后人们又提出了个体生态学作为另一个研究领域。黑格尔当时也没有涉及生物共存的问题,因为直到1877年卡尔·默比乌斯才创立了这个概念。

同时黑格尔还谈到用相同方法观察人类与受人影响的生存环境以及他们“相互作用的链条”的可能性,他并举出了景观中这种联系的实例(引文上书,第二卷,二三五页)。

在讨论这个难题时必须坚持,在解释黑格尔所创立的生态学概念时既不可用“经济学”也不可用“经济”,而应当解释为“生物与环境关系的科学”。在黑格尔著作中也用经济这个词,但他明确指出是说“生物的经济管理”(黑格尔1880年的著作第三六四页)。物质与能量转换的地理圈层系统中的功能联系作为“环境”与生物体相互作用,应列入生态学的任务范围,以便于理解生物的生存潜力、形态和生活方式。

我们对环境的理解是,它指生物外部生活条件的总和。这些外部条件对一定的生物体(个体、小组合、种群、生物共生)的生态场所是有积极意义的。一百年以来由于生态学始终研究生物体与环境的关系,因此生态学被归入生物学的范畴。

1939年卡·特罗尔在题为《航空照片与土壤生态学研究》的论文中第一次把景观与生态这两个概念联系在一起。在这篇论文中特罗尔把航空照片用于景观研究,并论证和描述通过航空照片的科学解释将使区域景观研究的情报资料更加丰富。特罗尔在《通晓生态学的联系》(特罗尔,1939年二四四页)的文章中指出,在航空照片里可以得到在植物图中不能直接感知的许多真实情况,例如了解土壤特征、地下水情况、风化过程、人类活动和其他情况,在此基础上才能象英国林业工作者已经做的那样绘制“景观生态学地图”。

特罗尔说“通过生态学分析,用航空照片进行自然区划工作使林业工作者R·布乌纳走上了过去理论地理学走过的道路”(特罗尔,1939年二八六页)。布乌纳创立的“生态环境”和“群丛生态环境”为今后自然区划工作的进一步发展起了促进作用。

C.R. 罗宾斯在北罗得西亚依照植物航空照片的帮助进行了土地分类。卡·特罗尔指出“这种分类从整体说来是一种地形分析和区划……这些被划出来的小区也是最小的生态景观单位,它们具有土壤—水文—地貌的特征,并且都有农业利用的可能性”。(卡·特罗尔,1939年二六八页)。

卡·特罗尔说“在一般情况下观察的中心是植被,植被是不可分割的和可以看到气候和土壤生态因素的表现;另一方面植被是人文地理现象特别是农业的基础。”(卡·特罗

尔, 1939 年二九六页)。

从生物学角度进行生态研究和相应的人员培训工作具有决定意义。“一个受过训练的生态学家借助于地面航空照片, 通过几星期的分析就可以得到土地价值及农业利用可能性的情况材料。”(卡·特罗尔, 1939 年, 二七二页)

在这里也可以举一个与植物无关的例子: 通过航空照片可以把热带的清洁水与污水分开。卡·特罗尔写道: “污水和洁净水的卫生情况各不相同, 污水可能成为疟疾传染源, 所以航空摄影观察具有很大的实践意义, 这个例子……足以说明生态学研究对未开发的国家具有决定性作用。”

卡·特罗尔指出: “航空摄影研究是景观学和生态学的科学手段”, 由于上述事实的比较, 他又说了强调其重要性的话: “航空摄影研究是十分高级的景观生态学研究”(卡·特罗尔, 1939 年第二九七页)。

同景观生态学的概念明确推导无直接联系的两个其他结论是: “航空摄影研究……使各种齐头并进的科学都会聚到景观经济这方面来”、“各种学科的共同目的是理解地表的区域生态学”。这两个结论既无联系, 也不是卡·特罗尔所解释的概念。当学者们按其写文章的内容有意识地使用“景观经济学”和“区域生态学”这两个概念时, 对“景观经济学”这个词未作说明把它用在景观生态学后面, 是一种改变生态学本来意义的企图。卡·特罗尔曾多次强调, 改变生态学的本来意义不是他的目的。

尽管卡·特罗尔在 1939 年发表的文章主题是航空摄影的解释, 但是他在文章中对景观生态研究观点的各种不同方面也作了粗略说明。他在以后发表的文章中对那些与景观生态学负有联系但作用不大的其他方面作了补充和引伸。但是在地质方面, 在判读相互交错嵌入的火山口或重叠的熔岩层的航空照片时, 特罗尔没有直接谈到景观生态学。

从上述引文中可以看出, 特罗尔认为景观生态学在开始发展时就同人文景观中的生命—环境的关系也就是同人类活动领域中的所有问题联系在一起, 在这方面人类通过发挥其主观能动性在景观中同生物活动规律相联系, 这正如在经济方面人类与植物生长、动物生长或其他种类的生物共存或者在人类自身的行为方面人自身的体质结构建立了生态联系一样, 农业和林业生态学、医学地理学和其他学科的发展体现了对这些问题进行研究的重要性。按照卡·特罗尔的看法, 在景观生态学的研究中这些科学都应有自己的地位。

但是如果某些学者把景观的整个功能系统都描述为生态, 并因此把这个科学概念只表示为一种物质功能系统, 就会发生其他情况。人们不考虑黑格尔所创立的概念, 在把景观生态学译成德语时译为“景观经济学”。这样做的另一依据是把能量与物质的转换和平衡也看成是收入与支出的经济概念, 如果这样, 那么无机系统中, 例如冰川水的管理也是一种收入与支出的系统, 但它与生态无关。

此外一百五十年前重农论者和土地整治者就把“经济管理”这个词用于景观方面, 例如阿·弗·伏伊特在 1824 年发表的著作中说: “人们要注意的不仅是重视和支持农民单种农产品的收成, 而是必须检查和重视整个景观的经济管理。”

1850 年, 卡·卢森克拉茨提出了景观概念, 它作为系统理论的观点一直延续到今天, 但在当时却未引起人们的反响, 当时却把相同的事物称为景观“经济”。当“经济”这个词由于其特有的经济含义, 今天不再用于景观管理的话, 那么用生态学才适合, 因为这个词具有生物学方面的意义。

对于生态学词义的改变我们是不能同意的,但是人们应该确定生态学的词义并公诸于世,否则就会引起误解而造成混乱。今天现实的环境问题正在强烈推动着景观研究,因此使地理学和其他学科在景观研究方面建立较紧密的联系是非常重要的,我们在景观研究的理论和实践中要把地理协和的思想应用于环境保护和规划上,或者至少是相互交流和了解。

弗里德里希和第纳曼在生态学已被应用的今天,想要建立“普通生态学”作为调和自然科学所有分支学科的一个“自然科学”(弗里德里希,1937年)或者是“自然的经济管理学说”(第纳曼,1917年,二四四页),即理解为“自然现象事物与方法相互关系的学科”(弗里德里希,1937年66页)。按这样扩大的理解,生态学就变成自然科学的同义词,生态学就是多余的了。

美国地理学家哈·哈·巴洛斯对生态学概念也曾作了不适当的扩大。1922年他给美国总统的信件中说到“地理学是人类生态学”提出了这个问题(巴洛斯,1937年)。这样他把地理学和人类生态学等同起来,取消了生态学的专门意义。至于人类生态学问题,我们在本文后面还要谈到。

如前所述,导致生态学概念消失的第三种情况是曲解景观生态学。某些学者把生态学和地理协和学等同起来,一些作者把生态学概念改变为一种物体概念,而地理协和系统的实际职能结构正是这种物体概念。本书已经说明,具有不同尺度等级的地理协和系统采用的概念,因此在指定生态学意义时要考虑其生物学含义,不能滥用。

违背创立“生态学”的学者的意图而改变这个概念的生物学意义已有一百余年的历史,这既不需要也不妥当。我们同意波尔·默勒的见解:“由于方法论的、实际使用上的和科学理论上的原因,把生态学作为科学来理解是必要的。生态学的任务是研究生物(植物、动物、人类)与其外部世界之间的相互作用及其可以理解的自然规律。”(波尔·默勒,1974年,《地理论坛》1974年18期)

当我们在确有根据和必要把黑格尔和特罗尔所理解的那种生态学应用到景观研究中时,那么最适当的是要避免使用生态学的各种含义,也要避免使用“景观生态学”这个容易产生错觉的用语。我们知道创立这个概念的用意是指在景观中进行生态学的研究(属于生物学的生态学概念)因此使用“生态学的景观研究”比使用“景观生态学”能较少地引起错解。

“景观生态学”有时不易被人误解,例如布拉迪斯拉发的斯洛伐克科学院用景观生态学命名一个研究所,因为大家知道,景观不是一个有机体,因而它不是研究生物学本身,而是在景观中进行生物学研究。

索夏法在他的一篇论文中说到地理学和生态学时强调指出:“我们是把生态学作为生物学的一个学科来理解的,它是研究所有生物纲目的生态系统的结构和功能的。”(索夏法,1972年)这种说法完全确定“生态学系统”是有生命的系统。

在没有生命系统的无机自然景观中,我们有物理学来解释一切,这里与生态学没有联系,相反地是可提出一个问题:为什么生命没有参加这种无机系统?

在另一种没有人类参加的有生命的自然景观中,与生态学有联系的是植物、动物与生存条件的关系。个体的生存方式、生物共生和区系的结构和动力,生物迁移与定居、生物遗传与定居等是一个方面,生物生长的环境和群落生境是另一方面,而生态系统是两方面的联系,是说明两方面因素的重要概念。

在人文景观中,人类活动是动植物及其共存的另一种环境因素,人类活动即人群的社会活动不是动植物生存的决定性因素,但人类活动会给生物物质与能量以影响,这种影响是在自然景观中一样作为自然规律来理解的。

生态学可以被应用到各种不同的边缘学科的研究中,但它始终涉及生物体问题,研究生物体与其周围环境的相互关系,可以按个体或群体来研究,而且要在各种不同的环境中同生物的生存条件(生存的可能性)和生物的适应方式和行为能力(例如生产能力)联系起来进行研究。对景观系统起影响的生物种类或者是对景观至关重要的动植物也要研究,但这只是生态学研究的一部分,否则个体生态学将成为生物学的附属物。

对生物共生的生态学来说,它在很大程度上是一个景观研究的问题。生物共生始终是空间活动结构的具体组成部分,了解其环境条件是理解景观中的许多过程重要的先决条件。这不仅适用于自然单位,而且同样适用于人类影响的或者在人文景观中通过人工建立的生物共生的单位。

以生物的共同生存组合为一方,而以环境的各自然要素为另一方,对二者之间的关系进行研究判断所有面积大小不等的地块上生物生产能力以及按照景观的实际特征和发展趋势进行景观职能类型区划(生物地理区或生态系统)的基础。只有在这个基础上才能理解对局部地区进行专门研究得出的有效地区范围并认识和利用较大的地区范围复杂的空间结构。

如果我们把按照自然规律去“研究生物与其外部世界的联系”(黑格尔语)作为生态学的任务,那么无疑在人类学方面也有生态学问题。这种情况不仅适用于自然人类学和研究人体对外界环境有直接依赖关系的人类医药生态学,而且由于人类有不同的社会集团、文化程度以及不同的生活方式以适应不同的外界环境,所以黑格尔后来同意主要是第纳曼和弗里德里希曾经指出的那样:生态学的规律对人类也适用,谁要是违背了生态学的规律,就要受到惩罚。

但是人类与其外界环境的关系问题上存在着各种不同观点。其中只有一部分(自然人类学)观点与植物、动物世界的生态学的观点是一致的。另一部分观点即有关人类的适应能力问题,虽然与生物生态学很多的探讨方法相类似,观点上却存在着根本的差别。这种差别主要是因为人类与其他生物存在本质的区别,而对这些却是不能不予考虑的。

在景观中专门研究人类生态学问题时要考虑到下列五个主要方面,而这五方面在活动中是相互联系的:

1. 人类的个体和人群对于外界生存条件的依附性以及人类现有和遗传的对外界的适应能力;
2. 人类创造的对外部生存条件和人类社会生活方式的适应能力;
3. 人类的主观能动性对环境的结构和动力发生影响;
4. 在地理协和系统内人类与环境相互作用的生态学观点;
5. 对迫切的环境问题进行生态学的探索作为人类主观能动性将来对环境自定的计划与控制所需的生态学方法。

这五个方面是一个整体,是研究人类与环境关系这同一个问题的几个不同侧面,因此必须将它们联系起来加以考察。从局部来看它们已超过景观问题的界限,但是在研究景观时必须加以考虑。

1. 从狭义的生物学的角度看,可以把人类环境这个首要问题称作人类生态学,它是在自然人类学、医学和自然人类地理学的领域内。人类生态学的任务不仅是一般地而且要在景观的联系中,研究人类遗传的生物学上的品质和外部环境单项,或综合因素间所有的直接联系,例如人体健康、人的工作能力、气体因素对健康的影响、饮食、人与其他生物的接触(传染、变态反应)以及在生物学含义上的人对生态的适应性、人类个体或种族或其他自然人类学的类型对不同的,甚至发生变化交替的外部环境条件的适应能力问题。

2. 人类社会生活方式对环境的适应不仅象植物和动物一样以生物遗传所取得的适应能力为基础,而且主要是以有目的的社会生产能力为基础,这是人与其他生物的根本区别。这种目标明确的社会生产能力是有理性和感情的行为,在这个“物质的世界”上人类依靠物质的力量及其他能源。按照自己的技术构思就可以有目的地改变环境。因此人类具有“附加的器官”,我们可以把这些“附加器官”总称为物质文明。在这种物质文明的形成中,并渗透到景观的内部结构的过程中,没有与个人的生物遗传因素联系,而只是作为一种历史发展的过程。

三百万年前有了人类的祖先,十万年前才有类似现代人的类人猿,但是只在一万年前人类的生活方式才得到发展。以后这种社会生活方式在整个世界上使景观发生越来越快的变化。在新石器时代之前,人类活动的有效作用不大,采集植物、狩猎和捕鱼对自然的生态系统影响也不大。大约到用火加工猎物时在地球的若干部分才对生态系统发生了初步的改变。

通过使用手工工具种植植物和驯养牲畜,才使人类定居下来,并开始生物方面的物质生产。五千年前发现了耕犁,它从西亚传到北美、欧洲和中国。使用畜力,使大面积种植作物和增加人口密度成为可能,出现了初步的城市生活条件。使用燃料能源冶炼金属,碾米机和磨坊的发明使畜力和无机的水能得到较高程度的利用,人工灌溉在较大面积内出现使原来植物贫乏的地区也变成耕地。畜力牵引车辆可进行远距离的商品交流,耕作技术的发展使居民点设置受地区供养能力的限制减少。除了能源需要短距离的运输(如通过运河)以外,经济主要还与土地相联系,人文景观在相当大程度上还依赖各地区土地的自然状况。

十八世纪在一些最重要的基础部门实现工业化以后,这种状况才得到改变。人们使用蒸汽机和以储存的燃料能源使机器连续运转。铁路和轮船的出现能对大批货物进行长距离运输,因此生产地不再必须与原料及能源产地连在一起。工业化使城市得到迅速发展。以后通过机械化、电气化以及现代化学工业加速了地球绝大部分地区的有力的发展并几乎达到爆炸的程度。体积小、速度快的汽车的出现、新开发能源石油的使用、远距离输电、人造材料、航空运输、新的通讯器材、调节技术、控制论、核能的开发等等只是人类对景观多种多样的有力干预几个重要方面。

如上所述,人类不是生活在以生物规律为基础的为外界环境所塑造的生物区系中,人类的社会生活方式及其对景观功能系统的影响都是以经济和其他方面的组成思想为指导的。在人们对外部生活条件的适应方面虽然存在着与自然规律指导的生态学过程的密切联系,但是从整体上看,人类社会生活方式的形成有许多人为的因素,虽然有些类似于生态学过程,但单用只是研究自然规律的生态学是不能解释人的社会生活方式的。

3. 从广泛的意义上来说,人类使用技术作为作用力改变了人与外部自然环境的 功能联系,并创造出一个为人类自身或社会组织团体安排的独特的世界。人们用有效的规划来