



第四章



非洲类人猿、保护区和基础设施

序言

赤道非洲维系着非洲大陆最高水平的生物多样性，尤其是在承载非洲类人猿的湿润、潮湿的热带森林。这一赤道地区，就像撒哈拉以南非洲许多地区一样，面临大型基础设施项目范围、数量和环境影响的剧烈变化。一项主要关切是这些项目及其推动的更广泛意义上的土地使用变化会如何影响保护区，而保护区是野生动物保护努力的一个基石。

这一章评价新的和规划的基础设施项目对赤道非洲保护区的潜在影响，尤其是对包含类人猿至关重要栖息地的保护区的潜在影响。这一章聚焦非洲，不是因为

热带亚洲重要性低，而是因为热带亚洲只有部分地区具有可比较的细节供分析之用 (Clements *et al.*, 2014; Meijaard and Wich, 2014; Wich *et al.*, 2016)。这样的知识差距，表明将来研究亚洲基础设施的影响的重要性。

热带非洲的类人猿分布区国家正经历各种重要的变化。这些变化包括：工业化采矿前所未有的扩张 (Edwards *et al.*, 2014)；拟议建设的“开发走廊”超过50,000公里，会纵横穿越非洲大陆大片区域 (Laurance *et al.*, 2015b; Weng *et al.*, 2013)；世界上最大的水电站综合体 (International Rivers, n.d.-c)；扩大工业化和小块耕地种植农业的宏伟计划 (AgDevCo, n.d.; Laurance, Sayer and Cassman, 2014b)；广泛的工业化伐木 (Kleinschroth *et al.*, 2016; LaPorte *et al.*, 2007)；以及数不尽的其他能源、灌溉和城市基础设施项目 (Seto, Guneralp and Hutyra, 2012)。

人们倡导推动非洲最大的基础设施项目，许多项目是因为担心非洲大陆人口猛增，预计本世纪会几乎翻两番 (UN Population Division, 2017)。这个预测形成了对食物安全和人类发展的担忧，以及更广意义上对社会和政治不稳定潜力的忧虑 (AgDevCo, n.d.; Weng *et al.*, 2013)。非洲面临的严重挑战围绕以下几个方面：

1. 对新的基础设施项目的有效设计和评价，限制其环境和社会影响；
2. 正经历前所未有的对基础设施

和自然资源开采外国投资的国家的良好治理；以及

3. 管理会拖累主要依赖几种自然资源或商品出口创收的国家的经济不稳定性 (见第一章)。

主要结论

这一章的主要结论是：

- 非洲正经历前所未有的基础设施项目扩张，由此导致土地用途剧烈变化，其影响可能对在至关重要的类人猿栖息地及以外的许多保护区产生影响。
- 遥感技术、计算能力和数据库的进步，正迅速改善道路和其他基础设施分布，以及影响全球保护区的特征和威胁的信息的质量和可及性。
- 外国投资，尤其是对采掘业的外国投资，对推动非洲基础设施扩张起到重要作用。
- 在非洲，如果保护区妨碍开采自然资源，或者限制基础设施扩张，尤其容易被削减面积或降低保护地位。保护区周边区域基础设施扩张压力增加和土地用途变化，对生态完整性、生物多样性和功能性连接会有负面影响。更大的公园一般不容易受到这样的外部压力。
- 虽然公园内的道路可能促进生态旅游，但是，限制人类干扰对敏感野生动物和生态进程产生影响的最佳办法，是确保公园的核心区域没有道路。迫切需要采取实施经过深思熟虑的土地使用和基础设施规划，鼓励采用“缓解等级”避开、减少、复原和补偿对赤道非洲濒危类人猿和其他标志性物种和至关重要栖息地的威胁。
- 虽然公园内的道路可能促进生态旅游，但是，限制人类干扰对敏感野生动物和生态进程产生影响的最佳办法，是确保公园的核心区域没有道路。

- 迫切需要采取实施经过深思熟虑的土地使用和基础设施规划，鼓励采用“缓解等级”避开、减少、复原和补偿对赤道非洲濒危类人猿和其他标志性物种和至关重要栖息地的威胁。

非洲类人猿分布区和保护区

在非洲，几个因素使保护类人猿物种和亚种独立生存的努力变得困难。一个因素是许多类人猿的地理分布区有限（见《类人猿概览》和图AO1、AO2）。另一个因素是已出版的类人猿分布区地图不准，一般过高估计类人猿分布，反映了由于自然栖息地易变和人类压力空间上分布不同，大多数类人猿物种呈斑块分布。考虑到这种斑块分布，许多野生动

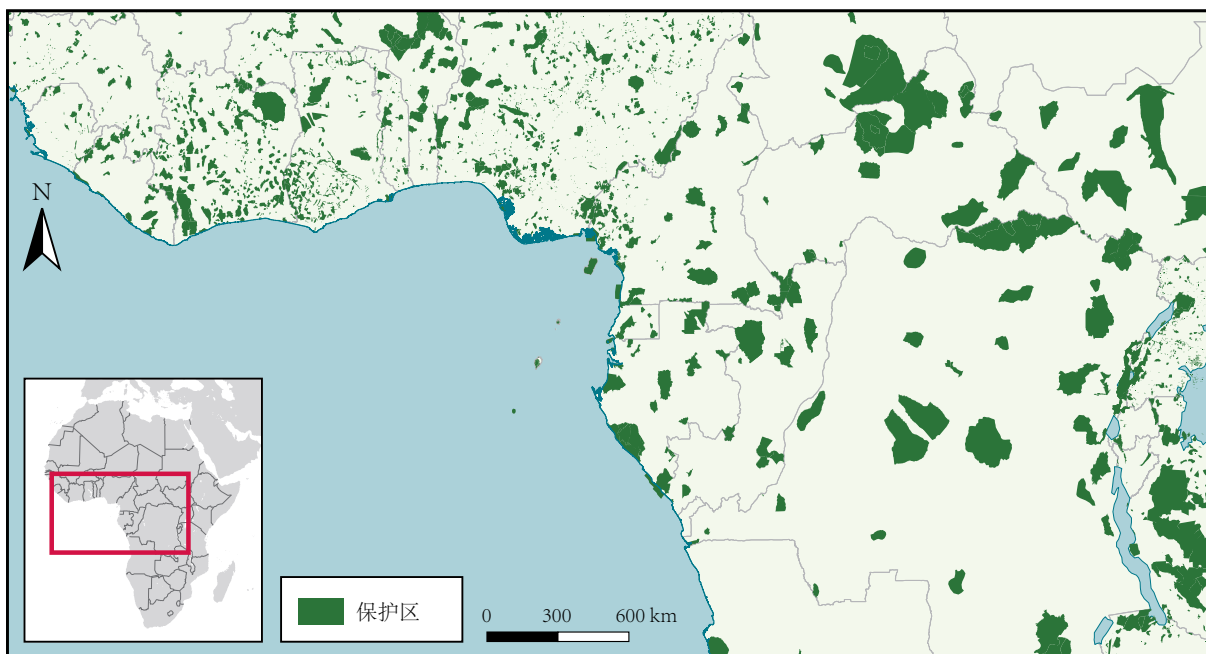
物物种实际上比世界自然保护联盟（IUCN）红色名录划分的级别更严重濒危（Ocampo-Penuela *et al.*, 2016）。政治冲突、偏远、科学资源有限，进一步妨碍确定主要威胁和监测类人猿种群的努力。

在已经收集了比较可靠数据的地方，显示至少一些类人猿种类出现严重的种群衰退。比如，在刚果民主共和国东部，实地调查显示极危的格劳尔大猩猩（*Gorilla beringeigraueri*）这一当地特有的亚种过去二十年丰度下降了77%到93%（Plumptre *et al.*, 2015）。

虽然在撒哈拉以南非洲有超过6,400个保护区，但是只有少数保护区可以认为是“大”的（占地超过10,000平方公里（100万公

图4.1

西非和中非保护区



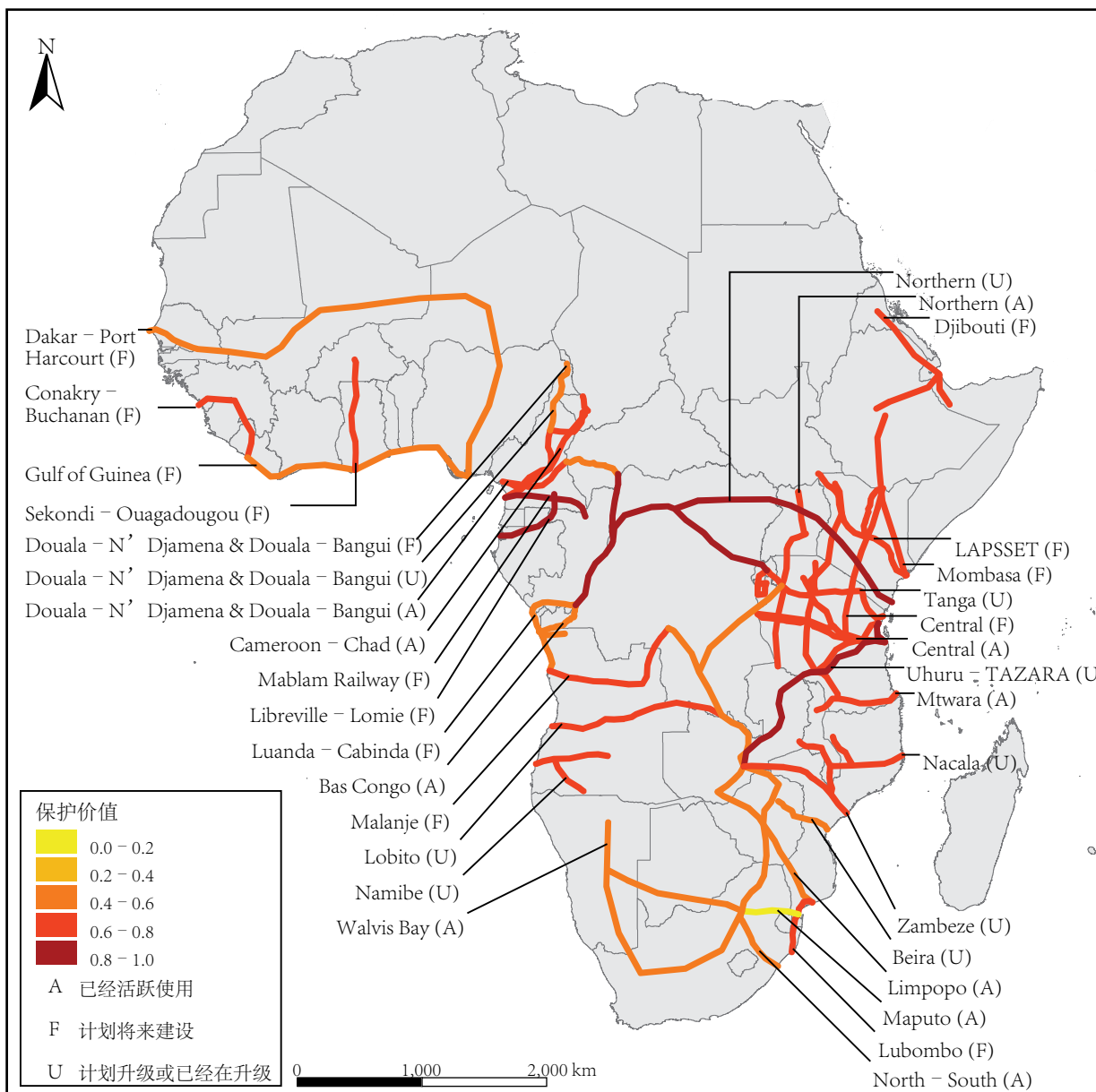
数据来源：UNEP-WCMC、IUCN (n.d.)

顷))，尤其是在承载类人猿种群的非洲大陆赤道地区 (Laurance, 2005; Sloan, Bertzky and Laurance, 2016)。在非洲西部和

中部，保护区大体上与类人猿分布区一致 (见图4.1和图AO1)。非洲类人猿包括五个物种和几个有限分布的亚种。地理特征把非

图4.2

撒哈拉以南非洲33个开发走廊25公里以内栖息地的保护价值



注：对保护价值的估计，根据33个拟议或已有开发走廊周围25公里缓冲区内栖息地的生物多样性、濒危物种、关键生态系统、荒野特征、环境服务和人口密度。数值按相对比例显示，从0（低保护价值）到1（高保护价值）。

数据来源：Laurance *et al.* (2015c)

洲类人猿分隔开。比如，干旱的达荷美裂口（Dahomey Gap），把西非的热带雨林与中非的广袤热带雨林分开；大河，比如刚果河，把倭黑猩猩与其他非洲类人猿分开；两座高高的山峦维系着山地大猩猩（*Gorilla beringei beringei*）种群。

基础设施对保护区的威胁 非洲的“开发走廊”

真正改变非洲自然保护情形的，是拟议和正在建设的至少35个开发走廊。如果全部建成，这些开发走廊将纵横贯穿撒哈拉以南的非洲大陆，总长度超过53,000公里（Laurance *et al.*, 2015c）。

这些开发走廊可能以至少三种方式影响现有自然保护区：首先，切割保护区，使保护区破碎，打开保护区使其受到非法偷猎和蚕食影响（Sloan *et al.*, 2016）。其次，这些开发走廊会推动在保护区周围殖民、栖息地丧失和强化土地使用，会减少这些保护区与附近其他栖息地的生态连接。第三，自然保护区周围土地的环境变化，一般会越过边界进入保护区内部（Laurance *et al.*, 2012）。在一定程度上，在周围土地上有广泛伐木和捕猎的保护区，在保护区边界内也同样会面临这些威胁。

对33个拟议的和正在进行的开发走廊¹的细致分析表明：

- 许多开发走廊是在有高保护价值、人类定居稀少的区域（见

图4.2）；

- 这些开发走廊将切割超过400个现有自然保护区；
- 假定在这些开发走廊两侧各25公里内土地用途变化加剧，超过1,800个保护区的生态完整性和连接会恶化，并遭受人类的进一步蚕食（Laurance *et al.*, 2015c）。

总之，33个开发走廊会切割或恶化撒哈拉以南非洲所有现有保护区的三分之一以上（Laurance *et al.*, 2015c）。23个正处于规划或初步升级阶段的开发走廊对自然构成极大危险。这些开发走廊比现有开发走廊会切割高优先等级保护区的更大比例（比如世界遗产保护区、拉姆萨尔公约保护湿地、联合国教科文组织人与生物圈保护区）。加在一起，这23个规划的开发走廊将切割超过3,600公里保护区栖息地（Sloan *et al.*, 2016）。

在开发走廊可能影响的约2,200个非洲保护区中，多个包括类人猿分布区栖息地。比如，保护区被切割最严重的两个地方（横贯喀麦隆南部和刚果共和国北部的富含铁矿带；东非大湖区（见图4.2））承载着类人猿至关重要的栖息地（Sloan *et al.*, 2016）。在保护区以外，也会损失相当多的重要栖息地。世界银行开发的一个模拟模型预计，在对类人猿至关重要的栖息地刚果河盆地，不断扩展的道路和交通基础设施会是直到2030年森林砍伐的最大驱动力（Megevand, 2013）。

刚果民主共和国大因加 (Grand Inga) 水电项目

在这里介绍可能缩减非洲类人猿栖息地的各种基础设施项目是不可能的，但是，我们无法不提到在刚果河下游靠近因加瀑布（Inga Falls）正在建设的巨大水电项目。如果按计划推进，大因加水电站的发电能力（40,000兆瓦）将超过地球上其他任何一个项目。不过，要实现这么高的发电量，这个项目会淹没刚果民主共和国西部超过22,000平方公里（220万公顷）主要是森林的土地（Abernethy, Maisels and White, 2016）。热带区域水电项目的毁林足迹常常大大超过淹没的蓄水库区，因为水电站需要的道路网和输电线路建设也会引发大量森林干扰（Barreto *et al.*, 2014; Laurance, Goosem and Laurance, 2009; 见第六章）。

道路扩散

大型基础设施项目（不论是水电站、矿场、开发走廊，还是几乎其他任何一种大型开发方案）最严重的影响之一是带来建设道路的强烈经济动力。由于这些道路会打开捕猎、土地殖民和其他人类活动的潘多拉盒子，对生态系统和生物多样性的威胁常常超过最初的基础设施项目本身（Laurance *et al.*, 2015b）。而且，许多道路是非法建设的；结果，并不出现在正式的道路地图上。

因此，试图管理土地使用活动、限制对自然的威胁，但是面临的最根本挑战之一就是确定现有道路的位置。与更富裕

框4.1

绘制道路地图的挑战

主要不确定性

一个常见的错误认识是全球各国道路和其他交通基础设施已经充分绘制出来了，相关数据已经可以方便地获得。实际上没有，缺乏这些信息对自然保护构成严重挑战。

道路地图的不确定性来自两个方面。首先，各国道路地图的质量相差很大。比如在瑞士，几乎每一条独立存在的道路都绘制出来了，而在印度尼西亚或尼日利亚等发展中国家，道路地图离全面绘制出来还相差很远。其次，发展中国家尤其有许多没有出现在任何地图上的非法道路或非官方道路。比如在巴西亚马逊，近期一项分析发现，对应每一公里绘制出来的合法道路，就有近三公里非法的没有绘制出来的道路；此外，所有毁林的95%都发生在离合法或非法道路5.5公里范围内（Barber *et al.*, 2014）。由于道路对确定干扰栖息地的规律和速度有这么大决定性的作用，对道路和其他交通基础设施的位置有明确的认识就十分关键（Barber *et al.*, 2014; Laurance *et al.*, 2001, 2009）。

关于道路的信息，最佳的免费可获得的全球数据组是全球道路公开访问数据组（gROADS），不过，不同国家的准确性和时序覆盖有明显差异（CIESIN and ITOS, 2013; Ibisch *et al.*, 2016; Laurance *et al.*, 2014a）。gROADS工作人员手工把粗比例尺（1:1,000,000）纸面地图数字化，这些纸面地图常常是20世纪80和90年代的。这个流程导致横向准确性限制（±2公里），限制了gROADS用于基本比较，尤其是在国家内的比较而不是跨国之间的比较。

信息革命

20世纪90年代末，随着车载导航业的兴起，道路地图绘制迅速发展。全球道路数据常常限于某些特定的

▶ 导航设备和应用，到了2005年，随着谷歌地图（maps.google.com）的推出和继续后续收集数据，全球道路数据的广泛使用迎来革命性变革。这些发展形成了对世界各国城市道路的详细覆盖，不过农村地区的数据更多呈斑块状。谷歌地图数据有商业应用（与广告和位置相关的搜索结果相联系）；因此，用于非盈利网站和独立数据分析受到限制。

虽然谷歌地图数据有专有性质，它正被用于帮助形成全球无道路区域地图（Global Roadless Areas Map），这是谷歌、自然保护生物学会（Society for Conservation Biology）和欧洲议会的一个协作项目。2012年，这项倡议行动在RoadFree（www.road-free.org）的主持下开始，目的是彰显无道路荒野区域对保护生物多样性和减少二氧化碳气体排放的重要性。RoadFree帮助促进了使用各种数据来源和技术，改善交通基础设施地图的兴趣。

在商业性道路数据发展的同时，一个称为OpenStreetMap（OSM）（www.openstreetmap.org，简称OSM）的倡议行动得到迅速发展。OSM致力于创建一个免费、可编辑的世界地图。2004年启动后，已经发展成一个拥有超过400万注册会员的社区，每天约2,000名会员进行编辑。从2016年底到2017年中期，OSM数据库的道路特征数量从3.76亿一下子

增加到4.30亿，还不包括建筑物等许多其他特征。

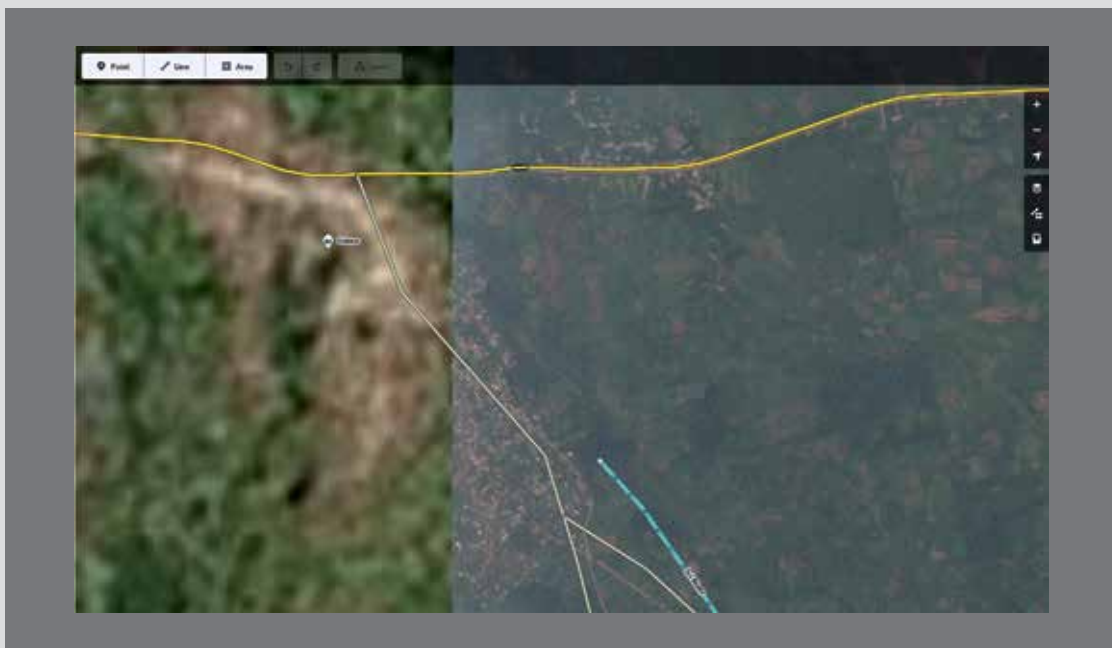
现在正努力把OSM的开发聚焦在不断演变的环境危机上，改善地图绘制不充分的区域的数据。这其中有两个项目，致力于绘制热带森林里的道路。第一个称为无道路森林（Roadless Forest（roadlessforest.eu）），是欧洲联盟评价无道路森林益处的倡议行动，它与减少森林干扰导致的非法伐木和二氧化碳排放的欧盟政策强烈相关（FLEGT, 2016; REDD+, n.d.）。第二个称为伐木道路（Logging Roads（loggingroads.org）），侧重绘制在刚果盆地的伐木道路。好消息是，这些倡议行动对地图绘制的所有改进都立即放入公开可获得的OSM数据库。2016年发布的OSM分析平台（osm-analytics.org），能实现在全球层面跟踪这些对道路和建筑物的绘制地图活动。

技术挑战和进步

虽然新的道路地图绘制倡议行动十分宝贵，但是还存在许多技术性挑战（Laurance *et al.*, 2016）。比如，各个关注区域的已有图像的空间清晰度差异很大，妨碍形成准确的可比较的基础设施地图。图4.3显示各图像的空间清晰度有差异，它也显示从更老的粗比例地图上获得的道路位置不准确。

图4.3

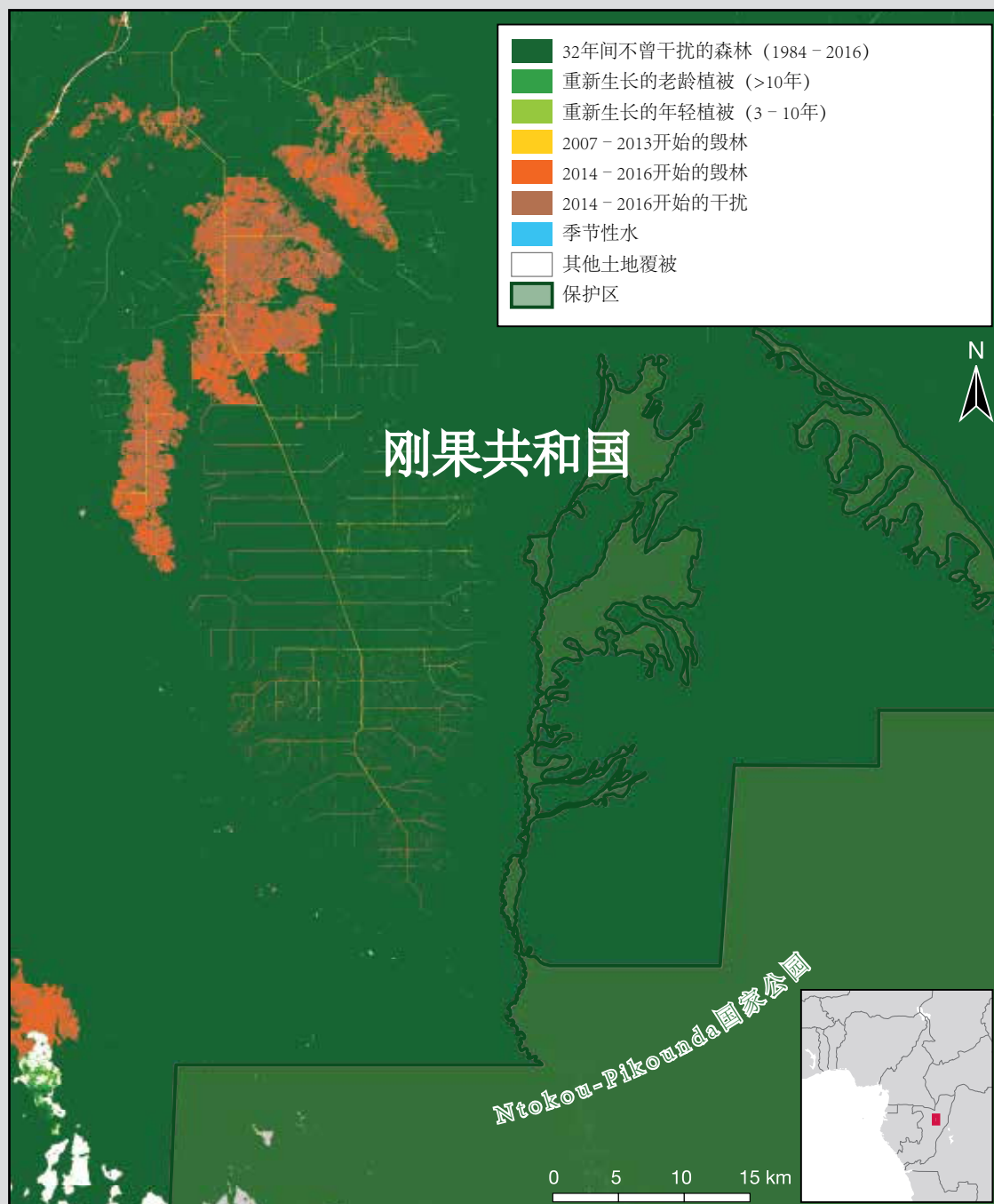
在OpenStreetMap中，对乌干达Rutshuru保护区区域地图绘制的差异



来源：© OpenStreetMap contributors - www.openstreetmap.org

图4.4

通过对地球资源卫星图像的时序分析确定的在Ntokou-Pikounda国家公园附近刚果盆地近期和持续的伐木道路活动



来源: Vancutsem and Achard (2016)

一个常见的假设是为了更好地绘制道路地图，需要越来越高清晰度的卫星图像。但是，地球资源卫星和欧盟哨兵（Sentinel）卫星的空间数据，以及谷歌地图生成的复合图像，都有比较高的清晰度，足以满足许多道路地图绘制的应用。而且，每次地球经过，更高清晰度的传感器覆盖的长条地带比低清晰度的传感器窄，因此回到同一地区的频率更少。缓慢的返回时间，严重限制找到无云的作为类人猿重要栖息地的热带湿润地区的图像。细微比例尺的图像（清晰度小于1米）有，但是很贵，需要巨大的数据存储能力，并且极少有类人猿居住的偏远环境的图像。最后，地球资源卫星图像长时期一直都有，使我们能观察最多几十年间隔的土地使用和道路的变化（地球资源卫星1972年投入使用，地球资源卫星专题绘图仪（Thematic Mapper）1982年投入使用，清晰度是30米，足以发现茂密森林里的道路）。对评价一段时间土地使用变化的空间规律和推动因素，这一长期覆盖图像库极其宝贵。

直到最近之前，数据成本高、计算机能力不足和对图像的访问权有限，妨碍了系统地处理30多年积累的遥感数据。在2008年之前，地球资源卫星的所有数据只按商业条款提供；结果，对这些数据的使用率很低。这些数据免费提供后，对其使用飞速增加。这促进了多项创新，其中谷歌地图引擎可能是最著名的。谷歌地图引擎2010年推出，使用谷歌自己的云计算基础设施的能力，能进行全球层面的分析。

随着数据和计算的价格和技术障碍显著降低，全球层面环境分析的机会迅速增加。比如，欧盟委员会联合研究中心的研究人员开发了技术，使用谷歌地球引擎作为处理平台，确定最早从1982年开始的森林干扰，清晰度为30米x30米（Vancutsem and Achard, 2016; 见图4.4）。与此类似，地球资源卫星迅速的重复时间使研究人员能找到足够多无云的图像，有效地监测热带伐木道路的扩张。这一技术可以用于显示容易遭受道路扩张和森林变化的区域（见第七章），进而能为OSM等社区地图绘制项目提供资料。下一步是试图预测不同道路开发情景对森林的环境影响（Laurance et al, 2001）。

需要：发现道路的算法

虽然有了各种现代高级的遥感技术，但是研究人员仍缺乏一种自动化的计算机算法，能在真实世界中遇到的差异巨大的各种地貌、土地使用、太阳角度、道路表面状况，可靠地发现和绘制出道路。因此，实际的道路地图绘制通常是依靠人眼完成的，使用可获得的最佳卫星图像，然后在计算机屏幕上使用鼠标手工画出道路。这种方法称为“坐在扶手椅上绘制地图”，仍是绘制道路地图、确定道路是否铺设了硬面路面的最有效方法。可惜，这是一个

非常耗时的过程。即便有几百名活跃的地图绘制参与者，绘制地球上所有的道路也需要几年时间。到绘图人员完成绘制地球道路的地图时，又需要重新开始，确定从项目开始起又有了哪些新道路。因为这些原因，对研究道路的人来说，“最后的圣杯”是一个自动化系统，能近乎实时、准确地发现和绘制道路地图（Laurance et al., 2016）。

森林监测

随着数据可及性和计算机能力大大改善，通过卫星监测森林进步很大。2014年，全球森林观察宣布了一个改进的网站（www.globalforestwatch.org），主要依靠地球资源卫星数据推动（见第七章）。下一代的地球观测卫星（欧洲航天局哨兵-2系列卫星）会有比地球资源卫星更高空间清晰度（10米）、更好频谱数据（红、绿、蓝、近红外）、更快返回时间（5天）。哨兵卫星的图像特点会为森林和道路地图绘制应用做出贡献（Verhegghen et al., 2016）。并且，数据完全免费和公开可访问，应有助于刺激进一步创新。

下一步

最后，有必要超越交通基础设施的简单地图，看一下更广义上可进入的情况。世界银行和欧盟委员会制作了全球通达地图（Global Accessibility Map），估计了从地球上任何一点到达超过50,000人口的城市的时间（Nelson, 2008）。这个地图虽然聚焦方便获取城市服务的情况，但是表明世界范围荒野有限和缩减的程度（Ibisch et al., 2016; Laurance et al., 2014a; Watson et al., 2016）。随着道路增多和改善，车辆技术进步和机动车辆数量迅速增加，地球正快速缩小。世界上只有十分之一的土地面积离一个大城市需要超过48个小时的旅行时间（Nelson, 2008）。显然，这导致对生态系统和生物多样性的压力增加。

设计更好的道路地图绘制工具，把它用于评价道路相关的对类人猿栖息地的压力，既有巨大的潜力，也有迫切的需要。符合逻辑的下一步是确定应保持没有道路的关键区域，帮助确保类人猿及其栖息地长期存续。

照片：布温迪被确定为联合国教科文组织世界遗产保护区，尤其是从栖息地多样化和丰富生物多样性的角度，表明了它的全球重要性。布温迪山峦。

© Martha M. Robbins/
MPI-EVAN

的工业化国家相比，非法道路和没有绘上地图的道路数量一般在维系类人猿种群的发展中国家更多 (Ibisch *et al.*, 2016)。因此，只是绘制出已有道路地图是一项优先重点，但是受到一些重要技术挑战的困扰（见框4.1）。

非洲保护区降级、缩小和取消

有记录的保护区降级、缩小和取消

随着发展压力增加，指定的保护区有时候通过合法的方式减少 (Mascia and Pailler, 2011)。比如在非洲，我们已经知道各国减少保护区的面积、连贯性和保护地位，实现扩建新道路、矿场、能源项目和其他活动。至少23个非洲保护区已经缩小或降级 (Edwards *et al.*, 2014, 表1)。在非洲保护区附近采矿发生的频率超过亚洲或拉丁美洲 (Duran, Rauch and Gaston, 2013)。即便是作为全球自然保护典范的世界自然遗产保护区，也遭遇采矿或化石燃料勘探或开发。迄今为止，非洲18个国家的30个世界自然遗产保护区受到影响 (WWF, 2015a)。比如在几内亚共和国，世界遗产保护区宁巴山 (Mount Nimba) 生物圈保护区就减少面积15.5平方公里 (1,550公顷)，供勘探铁矿使用。赞比亚值得更多关切，在19个保护区内近650平方公里 (65,000公顷) 土地被降级、允许采矿活动 (Edwards *et al.*, 2014)。

框4.2

标志性非洲公园内道路开发的替代选择

乌干达西南部的布温迪不可穿越国家公园支持着高度多样化的植物和动物物种，包括濒危的黑猩猩东非亚种 (*Pan troglodytes schweinfurthii*) 和仅存的两个极危山地大猩猩 (*Gorilla beringei beringei*) 种群中的一个 (Plumptre *et al.*, 2007, 2016a; Plumptre, Robbins and Williamson, 2016c)。

虽然布温国家公园迪相对较小 (321平方公里/32,100公顷)，通过乌干达自然旅游业和该公园提供的其他生态系统服务，为当地和国家经济做出贡献。1994年，尤其是考虑到布温迪栖息地的多样性和丰富的生物多样性，包括艾伯特裂谷 (Albertine Rift) 特有的动植物，布温迪国家公园被确定为联合国教科文组织世界遗产保护区，表明了它的全球重要性 (UNESCO WHC, n.d.)。

1995年，援助机构CARE委托开展了一项研究，评价把穿越布温迪国家公园12.8公里的Ikumba-Ruhija道路的部分路段改线到公园边界以外土地的可行性。这项研究的结论是，道路改线是可行的，确定了适合的替代路线，指出新的路线将促进公园的长期保护，并促进该区域的经济活动 (Gubelman, 1995)。

但是，2012年，乌干达政府广告宣传了一项方案，在乌干达设计和建设1,900公里新道路，包括升级布温迪国家公园内的道路，把泥土路表面改造为硬面铺设的道路，纳入一个更大的道路网 (Kampala, 2012)。在本文写作时，还没有开展确定拟议的道路升级对公园的生态和野生动物的潜在影响的环境影响评价²。

担心拟议的升级可能伤害布温迪公园的山地大猩猩、对布温迪公园外当地村庄可能带来很少福利，国际大猩猩保护项目 (International Gorilla Conservation Programme)³ 与自然保护策略基



金 (Conservation Strategy Fund) 和乌干达全国环境管理局 (National Environment Management Authority of Uganda) 合作, 评价升级方案, 并且把它与把道路改线到公园以外的更早计划进行比较。这是美国国际开发署资助的对景观开发的生物多样性理解 (Biodiversity Understanding in Landscape Development) 项目的一部分。

这项分析表明, 一个替代性路线虽然一开始成本更高, 但是会造福两倍多的村庄, 避免对公园里大猩猩有负面影响。而且, 这项研究表明, 政府的这一方案在道路投资的20年寿命期内, 会导致旅游收入损失超过2.14亿美元 (Barr *et al.*, 2015)。向乌干达国家道路管理局和乌干达野生动物管理局介绍了这些结果。

根据这些结果, 贫困和自然保护学习小组 (Poverty and Conservation Learning Group) 乌干达分会的代表咨询了受影响的社区, 编写了支持把道路改线到公园外的立场文件 (U-PCLG, 2015)。在2015年3月的一次会议上, 当地利益攸关方支持布温迪周围的道路开发极其重要这一观点, 并敦请政府按照把道路改线到布温迪国家公园以外的投资方案办理。

不过, 直到今天, 相关政府主管当局还没有改变立场。政府部门声称, 他们缺乏改变路线和赔偿当地土地所有者的资金。当地和国际利益攸关方, 包括国际大猩猩保护项目, 继续敦请政府把道路改线到布温迪国家公园以外, 并采取所有必要的步骤, 保护布温迪不可穿越国家公园及其标志性野生动物。

几个有重要的非洲类人猿栖息地的保护区面临越来越大开发压力。比如在尼日利亚，一条拟议建设的“超级高速路”将增加毁林和对克罗斯河国家公园的其他压力，这里是当地特有的克罗斯河大猩猩的至关重要栖息地（*Gorilla gorilla diehli*）（见案例分析5.1）。与此同时，在乌干达布温迪不可穿越国家公园，山地大猩猩仅存的两个种群之一可能会受到在公园内一条大型道路升级项目的威胁（见框4.2）。

保护区降级、缩小和取消的前景

随着基础设施和资源开采项目在非洲扩散，发生更多起保护区降级、缩小和取消事件的潜力可能大幅增加。有一个工具对监测对公园的威胁有很大用处，它是一个称为保护区数字化观测站（Digital Observatory for Protected Areas）全球数据库。保护区数字化观测站提供公园特征、栖息

地、物种构成、不可替代性和威胁等各种指标（见框4.3）。这些指标可以用于监测一个公园一段时间的变化，评价公园保护的全国趋势。比较不同生态区域或国家的公园面临的环境威胁，应小心细致，因为数据质量和标准化程序可能有潜在差异。

为本章开展的研究涉及到评估把保护区数字化观测站用于评价对公园威胁的实用性。为此，比较了可能影响公园内道路扩散的两个因素的影响：公园面积和公园周围的道路压力。研究假设是，大的公园会比小的公园道路少，周围有许多道路的公园内部也会有许多道路。

为这项研究的目的，公园内的道路压力定义为：道路长度的公里数（公里）除以公园面积（平方公里）。为量化外部道路压力，规定了每个公园周围30公里的缓冲区，使用距离权重反比系数，计算缓冲区内所有道路带来的压力。这一方式赋予靠近公园的道路比更远的道路更大权重。在所有案例中，使用了全球道路公开访问数据组，生成道路的数据（见框4.1）。

这项分析生成了赤道非洲十个国家656个保护区的数据：

- 喀麦隆；
- 中非共和国；
- 刚果民主共和国；
- 加蓬；
- 加纳；
- 科特迪瓦；
- 利比里亚；
- 尼日利亚；
- 刚果共和国；以及

框4.3

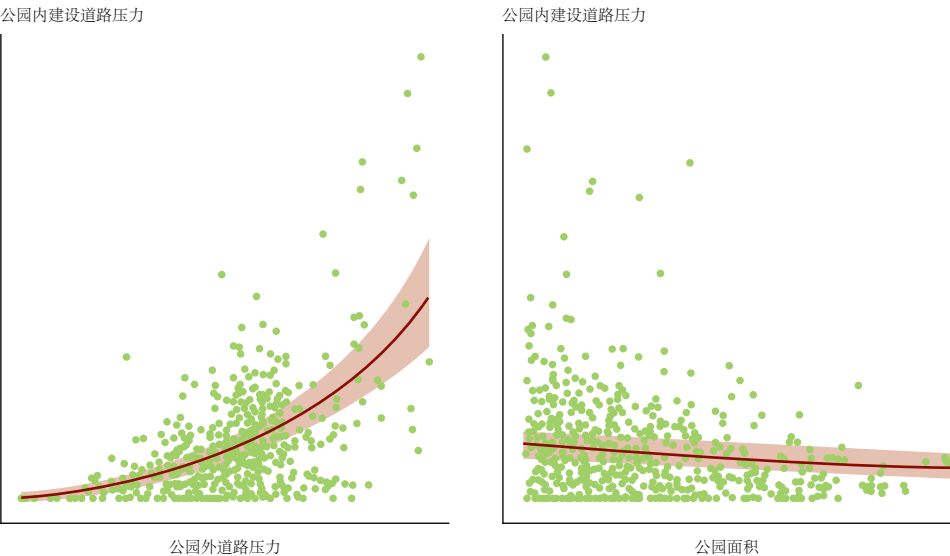
保护区数字化观测站（Digital Observatory for Protected Areas, 简称DOPA）

保护区数字化观测站（dopa.jrc.ec.europa.eu）是欧洲委员会联合研究中心开发的一个在线系统，提供超过16,000个面积超过100平方公里（10,000公顷）陆地和海洋保护区面临压力的关键指标（Dubois *et al.*, 2015）。保护区数字化观测站的计算，使用免费可获得的公开数据。

保护区数字化观测站提供各种信息，包括每个公园的面积、位置、边界和保护现状；生态区域、土壤、地貌、气候和土地覆被数据；受威胁的哺乳动物、鸟类、两栖动物和其他部分种类的数量。这个数字化观测站也包括物种不可替代性指数和五个指标的环境压力指标，包括：公园周围的人口密度、公园周围人口年变化率、公园周围的农业、公园内的道路、公园周围的道路（Dubois *et al.*, 2015）。

图4.5

赤道非洲十个国家656个保护区外部道路压力和公园面积对建设内部道路压力的影响



注：曲线显示预测值；阴影区域是95%置信区间。每条曲线反映在其他预测指标和跨国差异的影响从统计中去除后，预测指标变量对公园内建设道路压力的影响。

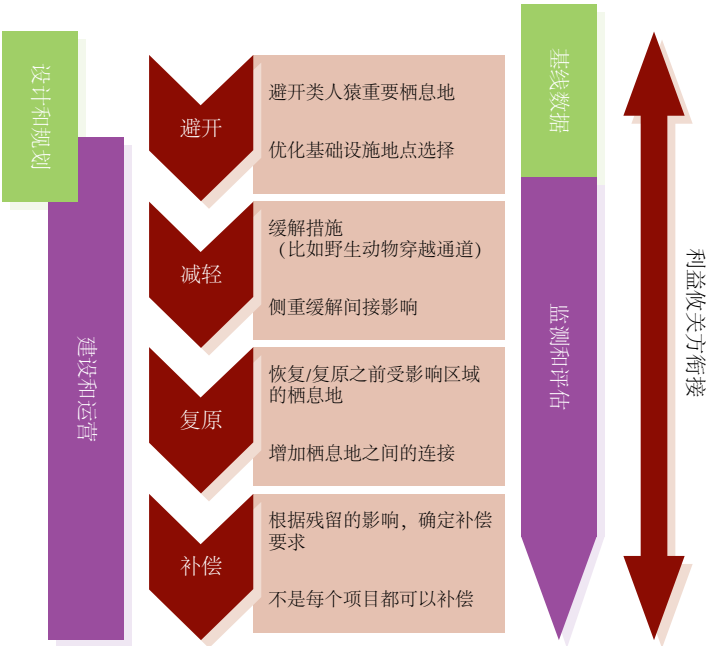
■ 塞拉利昂。

在这项分析中，并不是这些国家的所有保护区都承载着类人猿或类人猿栖息地，也没有包括承载非洲类人猿种群的所有保护区。在一个概括性的线性多影响因子模型中，“国家”作为一个随机变量，以便降低在国家层面道路地图质量的差异⁴。

虽然现有数据组存在限制，这项分析的结果似乎是明确的：在每个公园内的道路压力受到外部道路压力的强烈影响，但是，公园面积有较弱、一致性更差的影响（见图4.5）⁵。这些结论表明，随着道路在赤道非洲扩散，保护区内部建设道路的压力可能会大幅增加。公园面积的影响是可变的，不过，最大的公园极少遇到很高的建设内部道路的压力。

图4.6

对类人猿栖息地内基础设施项目适用缓解等级方式



© TBC, 2017

缓解等级：调和基础设施和类人猿保护

缓解等级

考虑到许多大型基础设施项目会推进，一个重要的优先重点是限制其各种直接和间接的环境影响。缓解等级可以应用于一个项目的整个生命期，促进建设性衔接的过程（见图4.6和表3.3）。缓解等级的目标是使负面影响最小化，并抵消残余的任何重大影响（TBC and CSBI, 2015）。森林趋势（Forest Trends）发表的一份新报告指出：“按管理下的累计土地面积，能源、交通和采矿/矿物行业占补偿和赔偿的97%以上”（Bennett, Gallant and ten Kate, 2017, 页码5）。

国际金融公司和世界银行等项目贷款机构越来越多要求缓解等级（IFC, 2012c; World Bank, 2017）。缓解等级也越来越多纳入世界各地的环境立法，包括许多类人猿分布区国家（TBC, 2016）。缓解等级遵循四个顺序

步骤：避开，减少，复原，补偿。

第一步：避开

在类人猿栖息地作业时，第一步：避免最重要最有效。它要求及早收集数据和进行规划，理想情况下，在设计和规划阶段开始时（见图4.7）。

考虑替代的路线或项目选址是一项重要的早期任务，因为可以实现避开重要的类人猿栖息地。在这一阶段，项目极少能为广泛的数据收集提供资金，而是依赖已有的方便可获得的数据。提供用于类人猿保护的优先区域的地图，比如区域或国家行动规划流程形成的地图，会极其有用（Golder Associates, 2015; Rio Tinto Simfer, 2012b）。不过，设计基础设施项目的公司可能意识不到有这样的数据，因此，类人猿保护工作者可能需要使用方便可用的格式主动分享数据，主动引导决策者查看现有资料，比如：A.P.E.S. 数据库（Max Planck

图4.7

缓解等级中提示采取避开措施所需的数据水平



© TBC, 2017

Institute, n.d.)。

一旦项目选择使用广泛的信息来源和研究,从更细微比例尺的层面优化基础设施的位置,会进一步确保在敏感的类人猿栖息地避免建设基础设施。这要求与拟议的基础设施位置相关的类人猿分布和栖息地使用的更具体信息,可以作为环境和社会影响评价(环社评)的一部分通过调查收集。比如,对几内亚西芒杜(Simandou)铁矿石项目的环社评显示,黑猩猩主要使用采矿特许经营区的西侧。结果,所有与矿场相关的基础设施都重新部署到特许经营区东部的但是经济上次优的地点,从而避开重要的黑猩猩栖息地(Rio Tinto Simfer, 2012a)。

第二步:减少

如果没有可能完全避开对类人猿及其栖息地的影响,减少措施常常可以降低剩余的负面影响的范围和密集程度。减少措施除了是最佳实践以外,减少噪音和尘土、针对类人猿的措施可能是适当的。需要充分的生态数据,引导对类人猿的减少行动的知情规划。如果有不确定性,可能就需要监测和适应性管理。

对类人猿来说,大型基础设施项目的间接影响,尤其是这些项目带来的进出和人口迁入,导致偷猎增加和栖息地丧失,一般最为严重(IUCN, 2014b; Vanthomme *et al.*, 2013)。这些影响可能在大片地区发生,因此,有效的减少措施,也可能需要在大的范围实施。在喀麦隆政府和私营铁路开发商CAMRAIL

之间的公私合作伙伴关系中,就有这样的减少努力,目的是减少铁路可能便利的对黑猩猩等野味的非法运输(Chaleard, Chanson-Jabeur and Beranger, 2006)。

减少措施可能是资本密集型的,同时也要求基础设施开发商持续投资。因此,如果数据或经验有限,可能难于证明采取减少措施的商业理由。这是人工的树冠层桥梁等野生动物穿行通道遇到的挑战。虽然已被证明对维护偏树栖的长臂猿和猩猩的树冠层连接是有效的,但是对非洲大型类人猿物种还从未尝试过(Das *et al.*, 2009; 见图2.2)。所以,对便利移动的有效性、对使类人猿更容易遭受偷猎的潜力,尚不明确。对基础设施项目的其他影响理解较少的方面包括:可耐受的噪音水平,大型直线型基础设施项目对类人猿扩散的潜在阻碍作用。

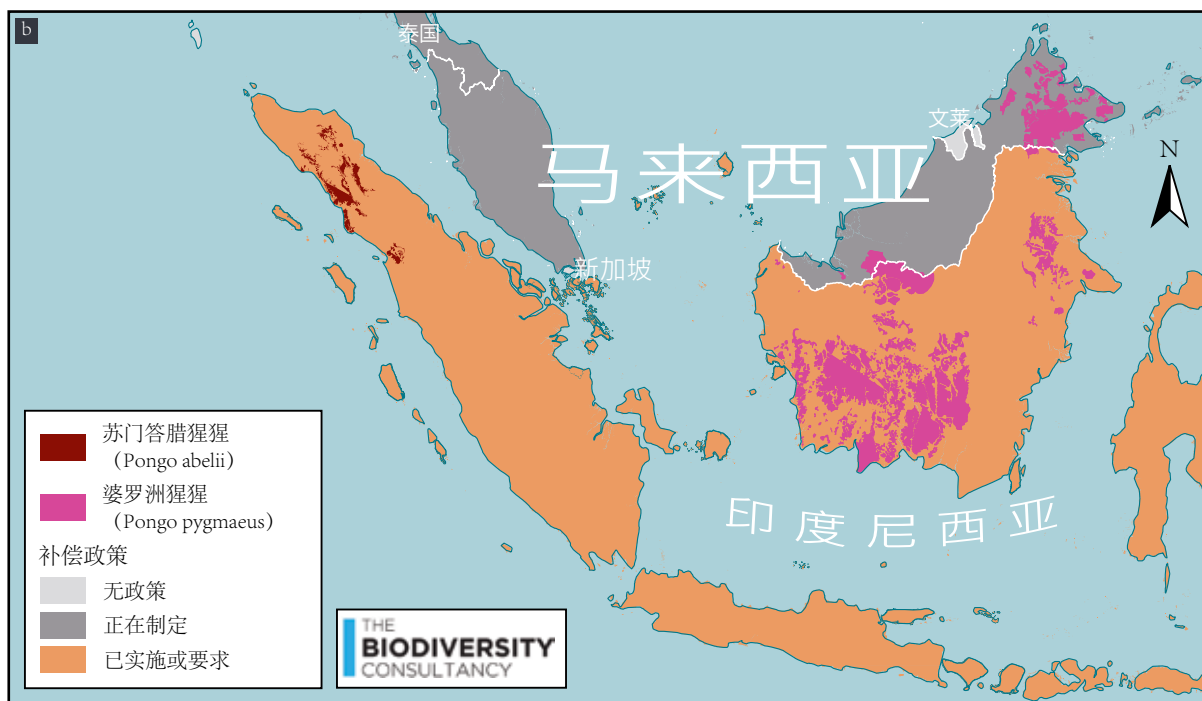
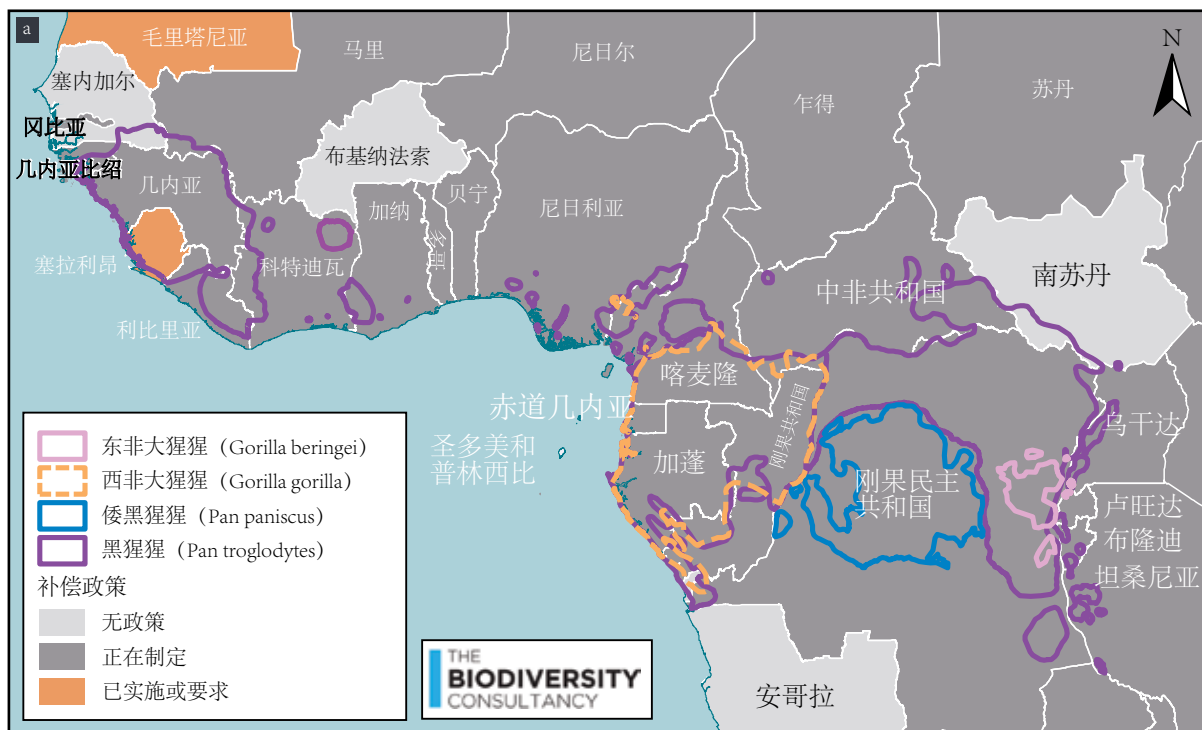
第三步:复原

在项目期间内,完全复原类人猿栖息地可能不可能或实现不了,所以,考虑栖息地恢复可能更适当。恢复措施的例子包括种植本地树种,防止不受控制的焚烧,消除破坏性物种(主要是非本地或入侵物种)。

栖息地恢复是一个长期的过程。类人猿使用复杂的栖息地,常常依赖许多年才能成熟的树种。类人猿使用的本地树种也可能要求有特殊的条件才能生长,难以重新创造出来。因此,重新创造原本的栖息地几乎是不可能的,所以,依赖复原行动显著促进减少项目对类人猿的影响幅度

图4.8

(截止2016年) 对(a) 倭黑猩猩、黑猩猩和大猩猩; (b) 猩猩; (c) 长臂猿规定了补偿政策的类人猿分布区国家





是不可能的 (Maron *et al.*, 2012)。尽管如此，有针对性的栖息地恢复能作为增加破碎的景观中栖息地连接的宝贵方式。

第四步: 补偿

在缓解等级的前面三个步骤应用后仍残留的任何负面影响，称为“残留影响”。对这些影响的

补偿是最后没有办法的措施；针对类人猿等有魅力的濒危物种使用，常被认为是有争议的

(Kormos *et al.*, 2014)。如果大型基础设施项目规划得不好，抵消造成的显著间接影响很困难或者不可能。这表明有必要侧重避开和减少措施，使残余影响最小化。

几个类人猿物种和亚种有非常

有限的地理分布区（见《类人猿概览》）。对一个物种或亚种的分布区的大片面积有负面影响的项目，补偿是困难的或不可能的，因此，自然保护利益攸关方基本不可能支持。同样，妨碍对确定的类人猿保护区域性重点区域存续能力的影响，可能不会认为有补偿的资格。

对于残留影响不怎么严重的项目，按照类人猿生物学和行为特征，引导对补偿的要求，不过，也要考虑到在拟议的补偿地点估计影响规模和获益规模会存在不确定性。此外，这个项目需要证明，计划采取的行动会有额外的有益影响（超过当前现状），并且长期来说会促进类人猿种群增加（Kormos *et al.*, 2014）。这些要求意味着，即便损失几只类人猿个体，也等于非常显著的补偿要求，才能满足“无净损失”的规定（IUCN, 2014a）。

对开发项目影响进行补偿的补偿要求，越来越多纳入国家立法（ten Kate and Crowe, 2014）。在亚洲，大多数猩猩和长臂猿分布区国家有立法，要求或实现对生物多样性补偿，许多非洲类人猿分布区国家正在制定这样的国家政策（TBC, 2016；见图. 4.8）。因此，政府和类人猿保护工作者有机会一起合作，确保这样的政策为类人猿及其栖息地提供适当保护。

与利益攸关方衔接的重要性

类人猿是标志性动物，对它们或其栖息地的任何负面影响吸引来自普通公众、利益攸关方和贷款

机构的高度关注和审查。因此，基础设施开发商在类人猿栖息地内作业时，面临潜在的严重的声誉风险，所以应及早咨商利益攸关方和类人猿专家。大学和自然保护机构等利益攸关方可以提供专业知识，把这些知识纳入项目设计，增加一个项目的可信度，同时减少对类人猿的影响。如果与利益攸关方的衔接在项目的早期阶段就开始，并在项目生命期内一直继续，包括缓解等级每一步，最为有效。

累计影响和缓解等级

累计影响指的是一个项目逐步增加的影响，加上在同一个地理区域和相连的区域内其他开发（比如基础设施、采掘业或农业活动）过去、现在和可预见的影响（IFC, 2012b）。一个国家经历快速发展时，比如在同一条河流上规划建设多座水电站大坝时，常会出现累计影响（Winemiller *et al.*, 2016）。对任何单个项目的环境影响评价，常常未能充分考虑在同一区域内其他项目的更广泛或附加影响（Laurance *et al.*, 2015b；见第一章，页码32）。这对类人猿等物种危害极大，因为多个项目对各个种群有大的影响，降低了种群之间的连接。

利益攸关方对单个项目施加越来越大的压力，要求考虑到累计影响。最佳实践指南要求开展累计影响评价；在实践中，这一步骤常常没有得到足够重视，或者被完全忽略。一个重要障碍是对谁负责组织和为累计影响评价付费不清楚，尤其是在一个包括多个开发项

案例分析 4.1

缓解等级和累计影响：几内亚的案例分析

位于西非的几内亚共和国有铝土、金、铁等大型矿藏，采矿行业正经历快速发展。在全国各地都有大型矿藏，常常位于远离海岸的内陆地区。几内亚正计划建设铁路和公路等大型基础设施项目，把铁矿石从采矿场运到海边码头，供出口到国际市场（Republic of Guinea, n.d.）。

几内亚的铝土储量集中在该国西北部，与极危的黑猩猩西非亚种分布区重叠（*Pan troglodytes verus*）（Humble et al., 2016a）。在这个区域有几家活跃的矿业公司，持有相邻的特许经营区。大多数项目各自独立经营，还没有有效地解决与累计影响相关的问题。不过，两个相邻的公司正一起努力实施国际最佳实践标准，应对累计影响。这两家公司（几内亚铝土矿公司，Compagnie des Bauxites de Guinee, 简称CBG；几内亚铝业公司，Guinea Alumina Corporation, 简称GAC）需要开发或改造道路，把铝土矿石运到140公里以外的港口。他们将共享现有的一条铁路，这样可以减少累计影响（见图4.9）。

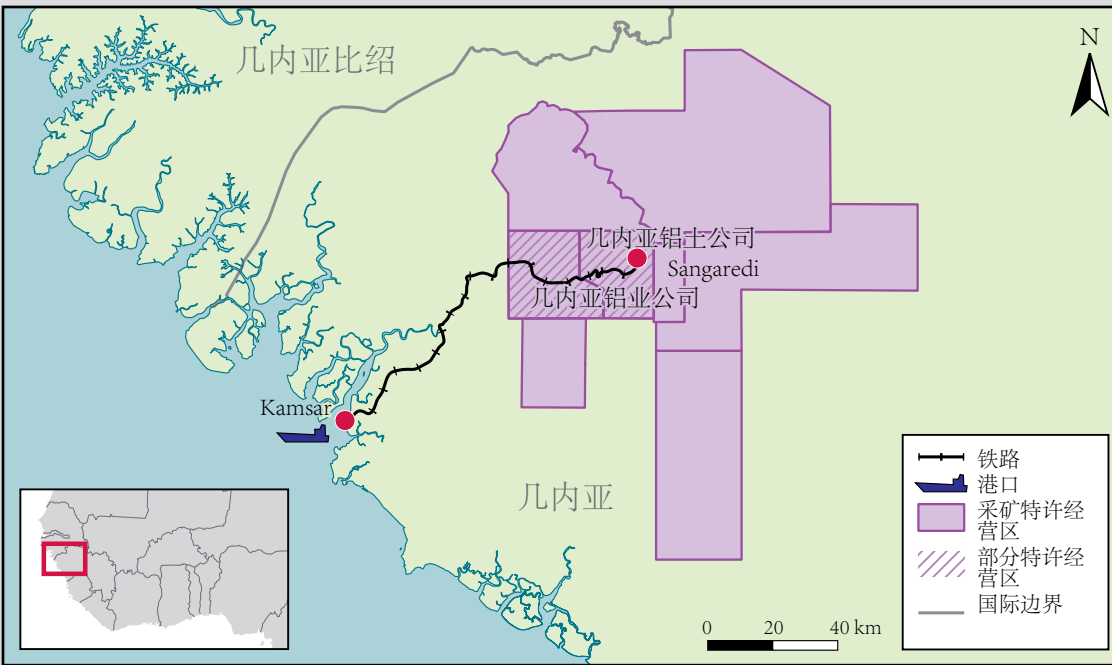
两家公司按照缓解等级，正考虑留出特许经营区的一部分，避开敏感的黑猩猩栖息地方案。已经开展了广泛的黑猩猩调查，帮助提示缓解规划。在每家公司的生物多样性行动计划中，规定了缓解措施，减轻直接和间接影响。

几内亚铝业公司还建立了一个已知黑猩猩进食和筑巢使用的当地树种的苗圃。这些物种将被用于恢复该项目之前影响的区域，以及当地人口使用刀耕火种种植方法清理的其他退化区域。

即使采取各种措施，初步评估显示两家公司对黑猩猩会有残留影响；因此，对每一家公司单独地估计补偿要求。几内亚缺乏全国补偿规划和对黑猩猩优先区域的最新地图，几内亚铝业公司支持了全国黑猩猩调查，寻找最适当的补偿地址。这个地址应足够大，提供总体补偿，其他公司也可以为保护黑猩猩西非亚种的大种群做出贡献。

图4.9

在几内亚，几内亚铝土矿公司和几内亚铝业公司矿产项目和要共享的铁路的位置



© TBC, 2017

目、各有不同时间表的景观。不过，如果严格、系统地实施，累计影响评价会极大地加强区域和全国规划流程（IFC，2013）。

按照缓解等级，项目应考虑累计影响（见案例分析4.1）。理想情况下，相邻的项目可以采取协调的缓解措施，在设计上共用基础设施（比如铁路和进出道路），减少留下足迹的区域。政

图4.10

维龙加国家公园



框4.4

维龙加国家公园：在保护自然的同时促进社会经济发展

刚果民主共和国的历史是开采丰富的自然资源的历史。但是，虽然自然资源十分富饶，全国广泛地极度贫困。刚果共和国的水危机彰显了这一矛盾：虽然淡水资源很多，只有25%的人口能获得安全饮用水（在农村地区只有17%），是撒哈拉以南非洲最低的水平之一（WSP，2011）。殖民主义的遗产、蒙博托统治年代国家垮台、不断发生的武装冲突（最大的一次武装冲突发生在卢旺达种族大屠杀之后），使刚果民主共和国的机构脆弱，长期有缺陷的公共基础设施，尤其是在东部省份。

在冲突年代，大量平民丧生，主要可归因于间接的公共卫生影响，比如供水和卫生设施失效。虽然国际社会投资于维和、开发援助和人道主义救援（每年高达150亿美元），对防止武装冲突重新爆发作用很小。

面对艰巨挑战，一些机构（刚果保护自然学会，简称ICCN）正与刚果管理当局合作，在刚果民主共和国东部的维龙加公园开展自然保护（图4.0）。刚果自然保护学会已经投入超过6,000万美元⁶，在这一满是冲突的区域开发社会公正和自然保护的整体方式。维龙加是非洲最古老的国家公园，是一处联合国世界遗产保护区，这里居住着山地大猩猩和黑猩猩，也是其他濒危和当地特有野生动物的家园。不受管理的资源开采在这里屡屡发生，当地社区成员捕猎获取食物，清理森林用于农业，收集燃料木材和木炭获得能源、照明和取暖。

表4.1
维龙加联盟的水电计划

	河流/人口中心	电力	用户
第一期	Butahu/Mutwanga	0.4兆瓦	1,200
第二期	Volcano/Lubero	15.0 兆瓦	160,000
	Rutshuru I/Rutshuru II	12.6 兆瓦	140,000
第三期	各地	80.0 兆瓦	840,000

来源：Virunga National Park (n.d.)⁷

与刚果自然保护学会一道，一个称为维龙加联盟的更广泛投资项目使用公园的资源，以对环境敏感的方式为社区提供广泛的服务，侧重满足最贫困和最脆弱人口的需要，支持该区域的稳定性。维龙加联盟成立于2009年，作为三期项目开发，可以看作是三个同心圆。最里面的圆侧重自然保护和公园保护，以及旅游。第二个圆涉及通过四个主要的开发领域：可持续能源、旅游、农业工业、可持续渔业，实现社会经济发展，以及当地基础设施的可测量的改进。这些项目面向当地人口，主要是北基伍省（North Kivu）的600万人口（MONUSCO, 2015）。第三个圆针对私营部门投资，刺激当地经济，帮助人们走出贫困的恶性循环。维龙加联盟对服务提供采用商业方式，从旅游和向工业提供能源获得收益，把这些资金重新投资于自然保护和公园的社会基础设施。

维龙加的社会经济开发项目（第二个圆）聚焦可再生能源、可持续渔业、农业工业和旅游。该区域有丰富的自然资源，包括富饶的土壤、规律降水和丰富的水文资源。这个公园的河流汇入Lake Edward湖，然后流入Semliki River河，形成尼罗河的源头。数百万人依赖这个公园的健康河流和湖泊。不过，为当地人民提供充足供水和能源的基础设施很少。维龙加联盟正致力于按照建设-运营-转让（BOT）方式，为北基伍省的九个镇提供水力发电。八个水力发电厂，有108兆瓦的有效发电能力，以及两个互相连通的电网将在九年内建成，2012年建成了第一个电网（见图4.10和表4.1）。两个水力发电厂已经在运营。获得电力，预计将促进当地农业，从而帮助创造80,000到100,000个新工作。

水力发电上网，通过预先付费的智能电表系统，连接消费者。根据2013年完成的在公园北部Mutwanga水电试点项目的结果，每一兆瓦电力预计能形成1,000个工作。Matebe水力发电厂和Rutshuru电网预计创造13,000个永久工作，主要在小型工商业部门。

电网的电比当前的电力来源：柴油机发电便宜许多，所以，希望连接上电网的消费者和小型工商企业有很长的等候名单。的确，一家典型的小型工商企业连接上这个电网后，一个月能节约17美元电费。一年节约204美元，相当于年均收入的一半以上（394.25美元；Tasch, 2015）。当前，Mutwanga水利发电设施由公园管理局管理，免费向该区域的学校和医院供力。

维龙加项目假定，增加私营部门投资，会加快水电项目催化的经济发展。在这之前，维龙加一直缺乏为当地小型工商企业提供资金的切实策略。确定一个可行的为小型刚果人拥有的工商企业供资的工具十分关键。这个项目正开发一个智能电网小型工商企业贷款基金，使用股权资金提供运营资本（赠款或无抵押贷款）。这个基金将审批、发放、监测和收回对小型工商企业的贷款，这些小企业同时也是维龙加电网的客户。

维龙加联盟的总体目标是，住在维龙加公园边界周围步行一天可到的四百万人实现负责任的自然资源经济开发，促进和平和繁荣。经济机会和获得社会服务的权利，是维持解决暴力的长期解决方案的重要因素。对维龙加联盟来说，公园收入的至少30%投资用于社区发展项目，这些项目由当地社区按照自由事先知情同意原则确定和界定。

府在国家或景观级别开展战略性土地使用规划，可以促进对累计影响的管理，从而防止利益竞争的项目（比如类人猿保护和工业化开发）在同一区域运行。关于缓解等级的更多案例分析和信息，见商业和生物多样性补偿项目（Business and Biodiversity Offsets Programme）的网站（<http://bbop.forest-trends.org/>）。

随着人口迅速增长，对经济和社会发展的迫切需要，又拥有丰富的自然资源，非洲环境规划者和管理者面临严峻挑战。只有这些挑战能以有意义的方式应对，才能避免社会不稳定和严重的环境破坏。非洲自然资源开采的最坏情景——外国资本推动，被当地难以摆脱的腐败扭曲，类似掠食行为的“疯狂捕食”（Edwards *et al.*, 2014）——太常见。同时，规划和实施良好的创新措施，符合社会需要和可持续结果，并且在大自然长期存在，这样的情况十分罕见。

非洲的确有几个光明的基础设施的例子，改善社会和环境的愿景推动着这些项目（见框4.4）。这些努力，结合周围的文化环境，称作“倡议行动”比“项目”更准确，因为这些项目的目标不是获取利润，而是形成广泛的社会改善和环境可持续性。

未来威胁和前景

狭窄的机会窗口

这一章主要讲的是大型基础设施扩张对赤道非洲类人猿栖息

地的潜在影响。得出的结论，不论从什么角度看，都是令人警醒的。如果不切实修改、重新考虑和减轻当前开发方案的影响，非洲类人猿及其生物多样性丰富的环境可能遭受不可修复的伤害。

对非洲类人猿及其栖息地的威胁迫在眉睫，许多重要的改变会在今后10到30年显现。不过，全球商品价格近期下跌，尤其是矿物和化石燃料的价格，提供了几年的潜在机会窗口，可以部署迫切需要的土地使用规划和基础设施优先排序（Hobbs and Kumah, 2015）。

两项总体的发展对促进战略性规划至关重要。第一个是扩大应用缓解等级。第二个是实施可行的财务策略，帮助发展中国家满足紧迫的经济和食物生产需要，同时限制快速基础设施开发带来的环境影响。对这些国家，为生态系统服务付费、生态旅游、可持续地开采当地经济林，以及对自然资本进行战略性投资，可能有助于平衡经济和环境优先重点（Laurance and Edwards, 2014; 见框4.5）。

在根本的层面上，影响非洲的挑战来自不断加速的人口增长和确实需要经济和人类发展，尤其是提高食品安全（AgDevCo, n.d.; Laurance *et al.*, 2014b）。如上所述，非洲当前的人口本世纪可能几乎翻两番，虽然这些预测还不是铁板钉钉的事（UN Population Division, 2017）。重要的是，通过协调的努力，促进计划生育，尤其是提高年轻女性受教育水平，可以避免。从人口的角度，提高

框4.5

使用自然资本推动可持续的基础设施

想法

对类人猿、长臂猿和其他野生动物来说，健康、完好的生态系统必不可少。人们也依赖这些生态系统，获得数不尽的益处，包括：药用植物；供水；对文化和精神重要的区域；碳存储和碳封存；以及农作物授粉（MEA, 2005）。为了反映人类对自然的依赖，自然资源越来越多地视作提供“生态系统服务”的“自然资本”（Kumar, 2011）。这些经济比喻强调了长期维护我们的资产存量的重要性，确保它长期为我们带来益处。这些概念能引起之前对自然保护少有兴趣的群体的共鸣，包括财政和计划部门、私人投资者和工商业领导（Guerry *et al.*, 2015; Natural Capital Coalition, n.d.; NCFA, n.d.; Ruckelshaus *et al.*, 2015）。

挑战

为了实现联合国可持续发展目标和2016年巴黎气候协定确定的气候承诺，估计需要约90万亿美元基础设施投资，尤其是在城市发展、交通和清洁能源领域（Global Commission on the Economy and Climate, 2016）。这些投资大部分将发生在发展中国家，包括类人猿和长臂猿分布区国家。这些新的基础设施对经济发展、减少贫困和人类福祉必不可少。但是，如果基础设施规划得不好，不仅威胁类人猿和长臂猿，也威胁大自然提供给人类的福利，破坏基础设施本来要支持的人类发展（Mandle *et al.*, 2015）。

在开发规划流程中，环境问题一般考虑得比较晚，常常是在现实来说只能考虑对项目设计做些微改动的时候（Laurance *et al.*, 2015b; 见框Box 1.6）。即便通过战略性环境评价可以应对这些差距，对生态系统服务的影响仍然考虑得很晚，甚至根本没有考虑，即便一个基础设施项目的成功直接依赖生态系统，比如减少洪水或水土流失风险的项目（Alshuwaikhat, 2005; Mandle *et al.*, 2015）。改变这一根本上有缺陷的基础设施规划和投资模式，特别紧迫。

机会

对自然资本和依赖自然资本的人的影响，如果能一开始就统一纳入基础设施规划、评价和开发流程，才能得到最好地缓解。及早纳入会形成一系列逐个项目，真正地考虑到环境、社会和经济相互关联。对这样的项目有相当大的需求：投资“耐心的”财务资本，形成高回报、稳定、长期、以收入为目标的回报（Roberts, Patel and Minella, 2015）。

在世界各地，人们正形成、获取和分享关于自然资本的信息，启迪开发规划（Brown *et al.*, 2016; Guerry *et al.*, 2015）。这些方式确定自然目前提供的各种益处，并试图预期在发生全球气候变化时，以及资源管理和人类与自然的互动变化时，这些益处会发生什么变化（Ruckelshaus *et al.*, 2015）。正在开发工具，帮助把环境优先重点纳入真实世界的决策。政府和工商企业可

以利用这些信息，确定对自然资本是重要来源、需要避开或保护，以减少建成的基础设施的负面影响的区域（Laurance *et al.*, 2015c）。这些知识也可用于确定生态复原的积极影响，比如，为促进渔业，在河流周围投资重新植树造林。⁹

工商企业和投资者也有需求，希望帮助确定新基础设施的最佳选址（Laurance *et al.*, 2015b; Natural Capital Coalition, 2016）。环境和社会影响评价和风险评价常常忽视了公司依赖生态系统服务，比如清洁空气、富饶的土壤、可靠的供水。这使公司面临风险，比如洪水、干旱和短缺，可能影响公司的供应链。为了减少这些风险，公司在决策中应纳入自然资本的信息。

《自然资本协议》是一个决策框架，为寻求管理风险和抓住机会的工商企业提供指导，把自然的价值纳入内部决策（Natural Capital Coalition, 2016）。

一些例子

中国是一个在国家层面进行战略性环境规划的好例子，从中可以汲取对类人猿保护的经验和教训。经过几十年森林砍伐和过度放牧，1998年的洪水灾害导致长江流域超过4,000人死亡、1,300万人无家可归，为应对水灾，中国实施了重大改革（Spignesi, 2004）。使用自然如何造福人类的信息，设计生态系统复原和保护措施，覆盖整个国家几乎一半面积。迄今为止，已经投资了约1,000亿美元用于生态系统和赔偿1.2亿人，种植的树木数以百万计（Daily *et al.*, 2013）。中国的第一次全国生态系统评价（2000到2010年开展）量化和确定食物生产、碳封存、土壤持水、预防沙尘暴、蓄水、缓解洪水和为生物多样性提供栖息地等方面的变化。该评价显示，大多数生态系统服务有显著改善，为生物多样性保护提供栖息地是个令人担忧的例外（Ouyang *et al.*, 2016）。

把自然价值纳入项目规划，也有很大潜力为非洲和亚洲类人猿分布区国家实施自然保护做出贡献，包括在数据和能力有限的国家（Bhagabati *et al.*, 2014; Mandle *et al.*, 2016b; University of Cambridge, 2012; Watkins *et al.*, 2016）。大维龙加景观是保护非洲艾伯丁裂谷大猩猩和黑猩猩的一个重要区域，在这里开展的一项自然资本评价帮助卢旺达和刚果民主共和国的决策者确定了生产水、沉淀物留存、碳存储、非木材森林产品区域的位置和重要程度（University of Cambridge, 2012）。在缅甸，一项全国评价显示自然资本在哪里和如何极大地减少水土流失，促进清洁和可靠的饮用水，减少内陆洪水和海岸暴风雨的风险，维护蓄水库和水坝正常运行（Mandle *et al.*, 2016b）。在马来西亚，使用自然资本工具，提示在苏门答腊、婆罗洲和全国层面的空间规划。把知情的土地使用规划融入提高治理和融资的努力，改善对人们和生物多样性的结果（Bhagabati *et al.*, 2014; GEF, 2013; Sulistyawan *et al.*, 2017）。

照片：2016年巴黎气候协定确定的承诺，估计需要约90万亿美元基础设施投资，尤其是在城市发展、交通和清洁能源领域，比如水电项目。

© Melanie Stetson Freeman/
The Christian Science Monitor
via Getty Images





框4.6

布卡武-基桑加尼 (Bukavu-Kisangani)
公路:

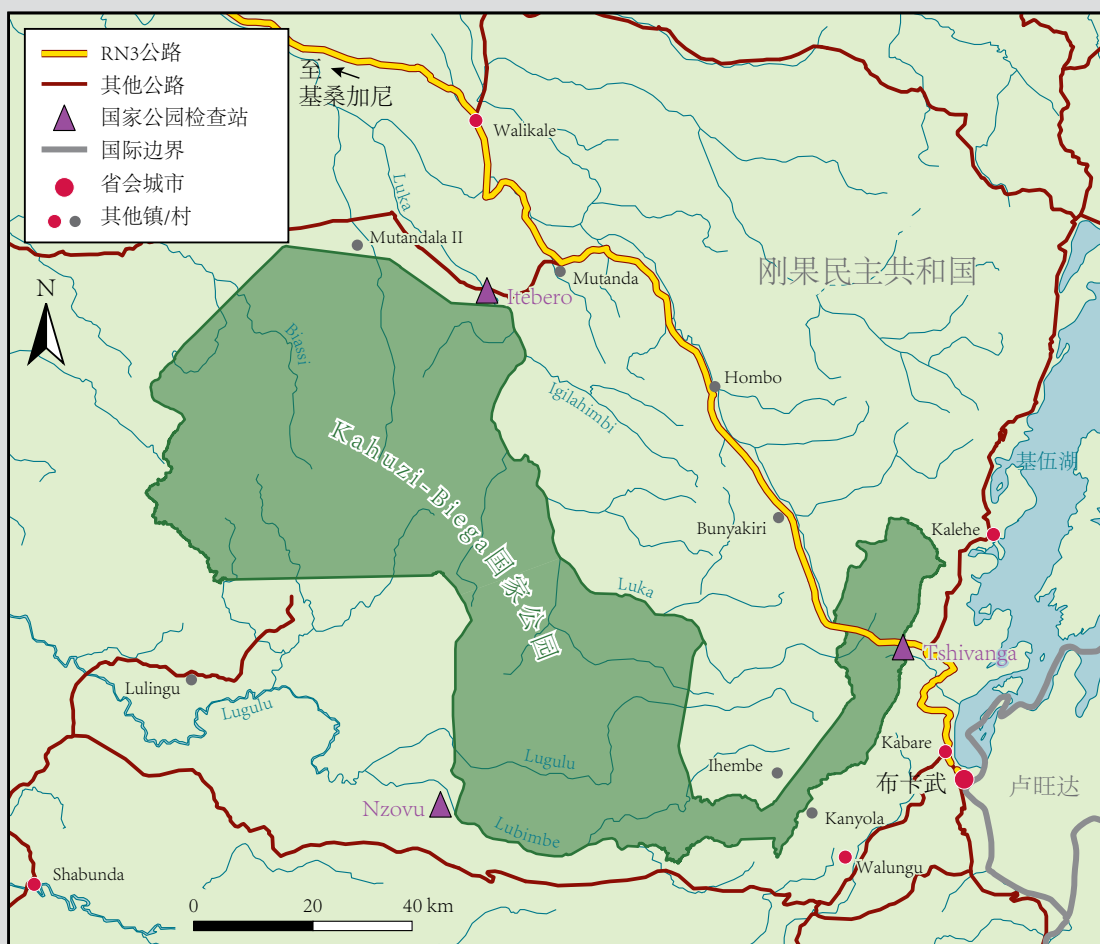
Kahuzi-Biega国家公园位于刚果民主共和国东部，面积超过6,000平方公里（600,000公顷），包括茂密的低地热带雨林和Afromontane热带雨林。这个保护区一开始是作为野生动物庇护所创建的，为了保护住在Kahuzi山（3,308米）和Biega山（2,790米）之间山地和竹林中的格劳尔大猩猩（*Gorilla beringei graueri*）小种群。1970年，这个保护区升级为国家公园，1975年，国家公园扩大面积，包括大片低地森林，占今天面积的90%以上（ICCN, 2009）。

这个公园是在艾伯丁裂谷中对生物多样性最重要的地区之一，承载着136种哺乳动物，包括14个灵长类物种，其中两个是大型类人猿：黑猩猩东非亚种（*Pan troglodytes schweinfurthii*）和格劳尔大猩猩（ICCN, 2009）。鉴于其丰富的生物多样性，1980年这个公园被指定为联合国教科文组织世界遗产保护区。这个国家公园在战争和刚果内部冲突期间遭受重大影响，从1997年起列入世界遗产濒危名录（Debonnet and Vie, 2010）。

它承载着刚果民主共和国特有的格劳尔大猩猩的最大剩余种群。不过，这些类人猿日益受到为野味的偷猎的威胁，这一非法活动与非法手工采矿和内部冲突相关。1994年以

图4.11

布卡武-基桑加尼公路（RN3公路）和Kahuzi-Biega国家公园



来源：Ren é Beyers; vector data from CARPE (n.d.); digital elevation model from USGS (n.d.)

来, 这个种群减少超过77%, 现在属于极危级别 (Plumptre *et al.*, 2016c)。

即便在内部冲突爆发前, 升级布卡武-基桑加尼公路 (也称 RN3 公路) 就引起了对公园的可能负面影响的关注。这条公路是一条连接布卡武和基桑加尼市的主要公路。这条道路有 18.3 公里切割公园的高地部分, 穿越几个大猩猩家庭的栖息地 (Bynens *et al.*, 2007)。这条道路从公园穿越而出后, 远离公园的边界, 在公园的低地部分的 Itebero 村庄附近, 再次接近公园边界。

这条道路的存在早于国家公园的创建。这条道路的车流一直密度不大, 到 20 世纪 90 年代, 完全失修, 几乎无法通行。今天, 主要是当地的车流量, 把货物和人往返运送到布卡武和高地部分以西的村庄。这条道路在 Hombo 以北的路况差, 从 20 世纪 90 年代初开始, 到基桑加尼的车辆通行已经几乎不可能。为了进一步减轻影响, 保护区管理局 (刚果自然保护学会) 在公园的进出口设立检查站, 登记并可搜查车辆。这条道路从晚上 6 点到早上 6 点禁止所有车辆通行。但是, 车辆经常停在公园内过夜, 因为机械故障, 或者因道路差陷住了。

虽然道路质量差, 穿越公园一段的车流量一直在增加。公园收集的数据显示, 1999 年车流量为 1,485 辆机动车, 2014 年增加到 47,489 辆, 增长了 30 倍 (Bynens *et al.*, 2007; ICCN, 2015)。各年份车辆数量相差很大, 反映了当时安全状况, 但是过去几年, 呈现明显的上升趋势, 这对应着安全局势逐步改善 (ICCN, 2016)。升级这条道路, 会使车辆能再次通行到基桑加尼, 会引来非当地的车辆, 可能导致穿越公园的车流量陡增。

道路对高地部分的大猩猩的影响, 我们还不了解。这条道路穿越几个大猩猩家庭的领地, 它们规律地穿越道路, 一周几次。住在道路周围、因此需要穿越道路的大猩猩家庭数量这些年增加了一倍多, 从 2007 年的三个, 到 2015 年增加到八个 (ICCN, 2016)。增加可能部分是因为在高地北部和南部区域的不安全性较差和更多人类活动, 已知那里有非法的手工采矿和农业种植; 这些开发导致大猩猩集中在高地部分的中央区域, 这里更安全一些。

20 世纪 90 年代初, 车流量少, 对大猩猩穿越马路的系统跟踪显示, 一段时间的穿越次数是稳定的。不过, 作者的实地观测清楚地表明, 穿越道路对动物来说压力很大。公园管理员记录到, 大猩猩有时候藏在路边很长时间, 等待人们消失, 再开始穿越公路。在穿越时, 银背一般占据道路中间的位置, 等待全家安全穿过马路¹⁰。因此, 道路上车流量显著增加, 很有可能影响当前的马路穿越规律 (Bynens *et al.*, 2007)。

修复 RN3 公路已经规划了很久了。到 20 世纪 80 年代末, 修复道路从基桑加尼开始, 资金来自德国政府。在环境专家和联合国教科文组织世界遗产委员会提出关切后, 世界自然保护联盟编写了一份环境影响评价, 建议不要修复通过公园的那一段公路, 建议改线绕行公园北部边界 (Doumenge and Heymer, 1992)。根据这项研究的结果, 德国政府通知联合国教科文组织, 将不支持通过公园的那一段公路的建设。因为 1990 年德国冻结了对刚果民主共和国的援助, 这条道路修到 Walikale 就没有再修了, 所以从未到达 Itebero 村 (Bynens *et al.*, 2007)。

2007 年, 欧盟开展了对修复道路的新的可行性研究。联合国教科文组织世界遗产委员会再次表达了关切, 拟议的减轻道路对公园负面影响的措施不够, 要求最终报告包括明确的缓解措施的建议, 减轻直接和间接影响 (UNESCO, n.d.-a)。最后的研究结论认为, 虽然这条道路会给当地社区带来重要的社会经济益处, 但是通过公园的那一段公路车流量可能陡增, 对剩余的大猩猩种群和世界遗产保护区的完整性会有负面影响。因此, 研究报告建议, 只有通过公园高地部分的那一段公路能绕行避开公园, 才可修复车辆能直接通行到基桑加尼的道路 (Bynens *et al.*, 2007)。金沙萨当时接受了这项建议。

迄今为止, RN3 公路仍然无法通行, 车辆通行到 Hombo 村以北是不可能的。重新开放这条道路, 会为社区带来重要的经济益处, 这些社区从内部冲突开始就完全与世隔绝, 由控制该地区的不同武装群体和土匪管理。随着和平和稳定逐渐回归, 关于修复道路的讨论肯定会再次提出。修复的道路无疑会吸引新的威胁来到 Kahuzi-Biega 国家公园的低地部分, 可能会增加非法伐木, 刺激野味贸易。同时, 修复的道路会把这个区域再次融入现代社会, 使公园管理局能对非法活动施加更好的控制。修复的道路也会规劝逃离暴力躲到公园内定居的人们离开公园, 到道路两边的村庄重新定居; 这样, 恢复生机的道路会获得自然保护益处。不过, 在考虑任何修复前, 穿越公园高地部分的那一段公路改线, 仍旧是需要保障做到的一个重要条件。



年轻女性教育水平有十分重要的益处，包括推迟生育第一胎，这会减小平均家庭人数，同时增加平均代际时间，从而减缓人口总体增长率。人少家庭中的受教育妇女也享有更稳定的婚姻，更高的生活标准，以及对其子女的更好教育和就业机会（Ehrlich, Ehrlich and Daily, 1997）。倡导建设更可持续的基础设施，同时又不考虑非洲迅猛的人口增长，就像使劲堵上漏水大坝上的洞，却没有注意到抬高的洪水即将漫过堤坝喷涌而至⁸。

基础设施和保护区的优先重点

限制基础设施扩张对非洲类人猿栖息地，以及更广泛意义上重要的保护区的环境影响的近期优先重点包括：

- 仔细地审查在非洲扩大建设“开发走廊”计划的环境成本和经济社会益处（见第一章）。采取这种方式，要求对与其高昂成本相比可能带来边际益处的走廊进行显著修改或完全放弃，不论正在规划还是已在升级（Laurance *et al.*, 2015b; Sloan *et al.*, 2016）。
- 限制在保护区内和附近的道路。虽然保护区生态旅游需要一些道路进出，但是只要有可能，道路应避开

公园的核心区域，限制人类影响。各种敏感的野生动物物种躲避有即使最轻微的人类活动的区域 (Blake *et al.*, 2007; Griffiths and Van Shaik, 1993; Ngoprasert, Lynam and Gale, 2017; Reed and Merenlender, 2008; Rogala *et al.*, 2011)。

- 遏制缓冲栖息地的丧失，限制在保护区周围栖息地的基础设施扩张。如果不予以遏制，这些进程会(1)降低保护区到邻近栖息地的生态和种群连接，并(2)常常“外溢”到保护区内部 (见图4.5)。两种类型的变化都会对生物多样性有严重影响 (Laurance *et al.*, 2012)。
- 支持比较小的保护区更优的大型保护区，因为大型保护区一般(1)不容易受到人类蚕食和外部土地使用的干扰 (Maiorano, Falcucci and Boitani, 2008; 见图4.5)，(2)支持更大的野生动物种群，更不容易当地灭绝，以及(3)提供更多种栖息地、海拔、地貌多样性和气候条件，帮助物种面对热浪、干旱和其他严重气候事件发生时地方缓冲 (Laurance, 2016b)。
- 捍卫非洲类人猿保护区，在至关重要的栖息地指定新的保护区。两个紧迫的优先重点是尼日利亚克罗斯河国家公园 (见案例分析5.1) 和刚果共和国东部Kahuzi-Biega国家公园 (见框4.6) 及其周围的至关重要栖息地 (Plumptre *et al.*, 2015)。两个国家公园都承载着极危的大猩猩亚种。

鸣谢

主要作者：William F. Laurance¹¹

撰稿人：Stephen Asuma, Ephrem Balole, The Biodiversity Consultancy (TBC), Neil David Burgess, Geneviève Campbell, Guy Debonnet, European Commission Joint Research Centre (JRC), Fauna and Flora International (FFI), International Gorilla Conservation Programme (IGCP), Annette Lanjouw, Anna Behm Masozera, Sivha Mbake, Emily McKenzie,

Emmanuel de Merode, Stephen Peedell, UNESCO World Heritage Centre, United Nations Environment Programme World Conservation Monitoring Centre (UNEP-WCMC), Virunga National Park and World Wildlife Fund (WWF)

缓解等级和案例分析4.1:

Geneviève Campbell

框4.1和4.3：Stephen Peedell

框4.2：Anna Behm Masozera and Stephen Asuma

框4.4：Ephrem Balole and Emmanuel de Merode

框4.5：Emily McKenzie and Neil David Burgess

框4.6：Guy Debonnet and Sivha Mbake

作者鸣谢：Mason Campbell为统计分析提供了有益的评论和协助，Sean Sloan协助准备了图片。

审阅：Mark Cochrane和David Edwards

照片：Kahuzi-Biega国家公园承载着格劳尔大猩猩最大的剩余种群。1994年以来，这个种群减少了超过77%，现在属于极危级别。

© Jabruson 2018 (www.jabruson.photoshelter.com)

尾注

- 1 在研究期间，又发现了两个拟议的开发走廊，总数变为35。
- 2 作者2016年与乌干达国家环境管理局常务局长Tom Okurut沟通。
- 3 国际大猩猩保护项目是野生动植物保护国际和世界自然基金会与刚果民主共和国、卢旺达、乌干达保护区管理局和当地伙伴的联盟项目。http://igcp.org/
- 4 在分析前，所有变量经log10函数变换和标准化。
- 5 对外部道路压力 ($t=13.72$, $df=651$, $P<0.000001$) 和公园面积 ($t=-2.65$, $df=651$, $P=0.008$) 做了显著性测试。
- 6 根据作者查看的刚果自然保护学会机密文件所做的内部计算。
- 7 根据作者查看的刚果自然保护学会内部项目最新报告和评价文件，对一些数字做了调整。
- 8 2010到2015年期间，非洲妇女平均生育4.72个孩子，比全球平均生育率2.52高87% (UN Population Division, n.d.)。
- 9 关于各种可获得的工具的信息，见自然资本协议工具包 (Natural Capital Protocol Toolkit) (WBCSD, n.d.)。
- 10 1997年，一名士兵杀死了公园里最著名的银背之一，名字叫Nindja，当时他正站在路中央等待全家过马路。

11 James Cook University (www.jcu.edu.au)