



照片：直到几年之前，量化破坏热带森林的速度很有挑战性、费力劳神。© Jabrison 2017 (www.jabrison.photoshelter.com)

第七章



确定类人猿栖息地的变化：森林现状、丧失、保护和未来风险

序言

背景

这一章介绍类人猿使用的森林栖息地的现状，这些有魅力的物种几乎完全依赖森林。除了东白眉长臂猿这一个物种外，所有其他类人猿物种及其亚种都被世界自然保护联盟确定为濒危或极危级别（IUCN, 2016c）。由于类人猿需要进入森林或树林景观，栖息地丧失是导致种群衰退的一个重要原因，在这些环境的捕猎也是一个重要原因（Geissmann, 2007; Hickey *et al.*, 2013; Plumptre *et al.*, 2016b; Stokes *et al.*, 2010; Wich *et al.*, 2008）。

直到几年之前，量化破坏热带

森林的速度很有挑战性、费力劳神，需要高级技术技能，并且一次需要分析几百张卫星图像

(Gaveau, Wandono and Setiabudi, 2007; LaPorte *et al.*, 2007)。全球森林观察(Global Forest Watch, 英语简称GFW)提供的新平台为使用卫星图像带来革命化变革，使我们能首次深度分析22个大型类人猿和长臂猿物种、共38个亚种的分布区内森林可获得性的变化

(GFW, 2014; Hansen *et al.*, 2013; IUCN, 2016c; Max Planck Institute, n.d.-b)。全球森林观察2014年推出这个平台，免费提供基于每年更新的几千张卫星图像形成的空间明确、高清晰度的森林变化数据。全球森林观察平台上的全球森林变化数据组，使使用者能量化在每个类人猿亚种的地理分布区和在这些分布区内保护区和非保护区每年森林覆被的变化(Hansen *et al.*, 2013; 见图7.1)。

这一章首次提供非洲和东南亚世界自然保护联盟确定的类人猿分布区内森林栖息地的分布情况。这一章也以空间明确的方式，量化从2000年到2014年类人猿栖息地森林每年丧失的情况。这14年时间的各个类人猿亚种的丰度数据无法获得。在将来的评价中，把种群和栖息地数据结合起来必不可少，因为捕猎威胁各个类人猿亚种种群独立存活能力。即便未能结合种群数据，类人猿栖息地完整性可以作为估计类人猿占有面积的有用门槛值，直到我们能获得类人猿种群统计信息。

这一章把这些数据与当前保护区覆盖地域相结合，评价对每个亚种的保护是否足够。各种白掌长臂猿(*Hylobates lar*)和西黑冠长臂猿(*Nomascus concolor*)

以及格劳尔大猩猩(*Gorilla beringei graueri*)居住区已经主要限于保护区(IUCN, 2016c; Maldonado *et al.*, 2012)。保护区是各个类人猿亚种越来越重要的庇护所(Geissmann, 2007; Tranquilli *et al.*, 2012; Wich *et al.*, 2008)。

此外，这一章预计了每一个亚种未来栖息地丧失的速度，使用这些结果，作为衡量对其长期存活威胁的一个测量指标。全球森林观察新的在线森林监测和提醒系统，称为“全球土地分析和发现”(Global Land Analysis and Discovery, 英语简称GLAD)提醒，把最新的算法、卫星技术和云计算结合起来，近乎实时地确定树冠层变化，从而使在当地从事类人猿保护的人能监测这些变化，形成提高保护努力的关键信息。

主要结论

主要结论表明，长臂猿处于危机中：

- 长臂猿获得的公众关注少于非洲类人猿和猩猩，但是长臂猿栖息地恶化更为严重。到2000年时，十个种类的长臂猿已经丧失了其森林栖息地的50%以上，亚洲大陆本地的五个长臂猿种类每一种的森林栖息地已经降至不到5,000平方公里(500,000公顷)。
- 在印度尼西亚，三个其他长臂猿种类(敏长臂猿、马来西亚白掌长臂猿、合趾猿)在2000年到2014年间丧失了森林覆被的30%以上。
- 在本文述评的2000年到2014年期间，亚洲类人猿分布区的受保护森林减少了多达25%(中位数5%)，如果类人猿接下来几十

年仍能存续，受保护森林丧失速度必须减缓。八个长臂猿亚种丧失了受保护栖息地的8%以上。它们中的两种（马来西亚白掌长臂猿和灰长臂猿沙捞越种）丧失了受保护栖息地的13%以上。

- 种植园占三个长臂猿亚种（敏长臂猿（76%），马来西亚白掌长臂猿（87%），穆氏长臂猿（77%））森林栖息地丧失的75%以上，以及亚洲其他九个长臂猿和猩猩亚种栖息地丧失的50%以上。
- 基于2000年到2014年的趋势，预计九个类人猿亚种（都是长臂猿）到2050年将丧失所有的栖息地，除非采取果断行动停止或者至少减缓森林丧失。如果保护区得到有效管理，在法定的保护区内，这些物种大多数会有足够的区域。

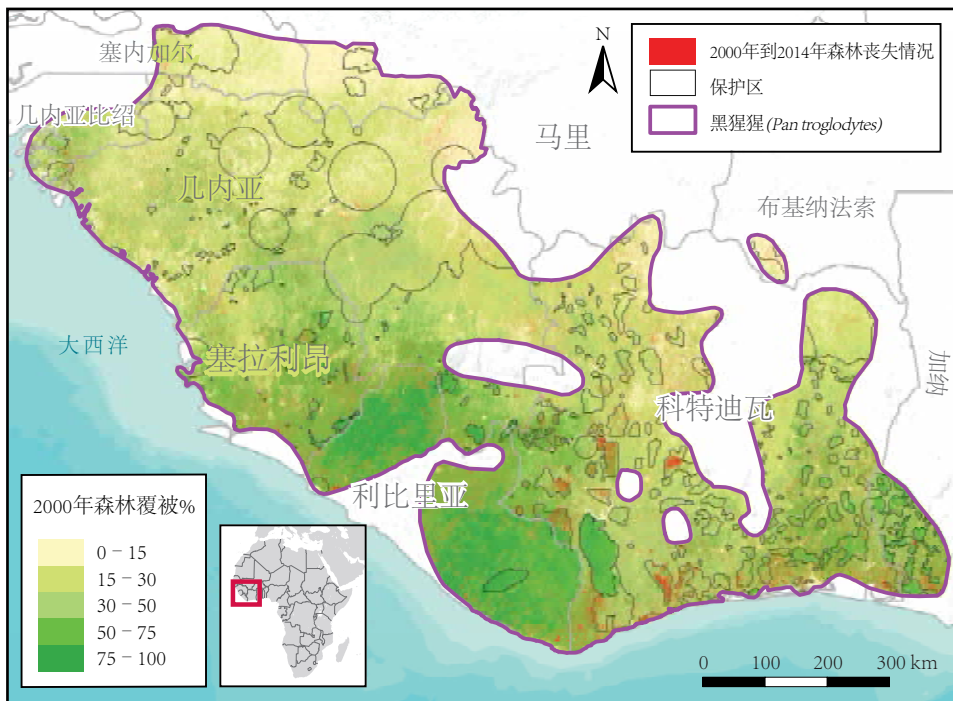
- 更好地保护25个长臂猿亚种中18个亚种的分布区内的现有保护区，应能支持超过1,000个长臂猿家庭群。

类人猿保护面临严峻挑战

- 从2000年到2014年，印度尼西亚丧失了226,000平方公里（2,260万公顷）森林覆被，占亚洲全部栖息地丧失的63%，占全球类人猿栖息地丧失的50%。大型农业种植园占马来西亚（84%）和印度尼西亚（82%）类人猿分布区内森林丧失的大部分，占柬埔寨类人猿分布区内森林丧失的近30%。
- 加在一起，世界各地的类人猿栖息地减少了10%以上，从近440万平方公里降至不到400万平方公里（4.4亿公顷降至不到4亿公顷）。
- 从2000年到2014年，亚洲类人猿

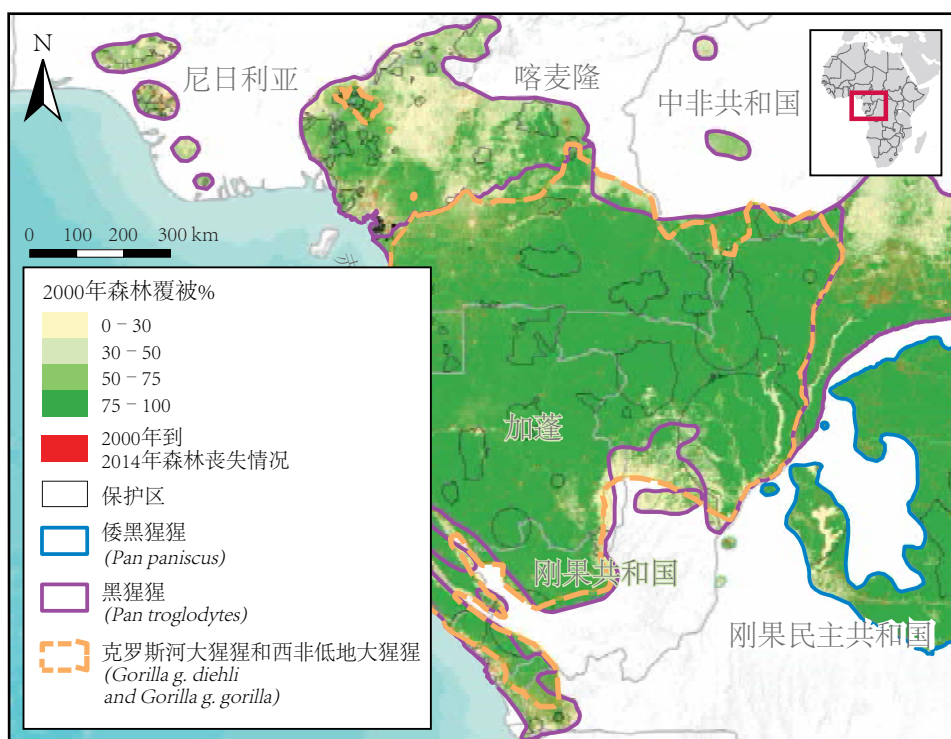
图7.1

亚洲和非洲类人猿分布区和保护区的森林覆被和丧失情况，2000年与2014年比较

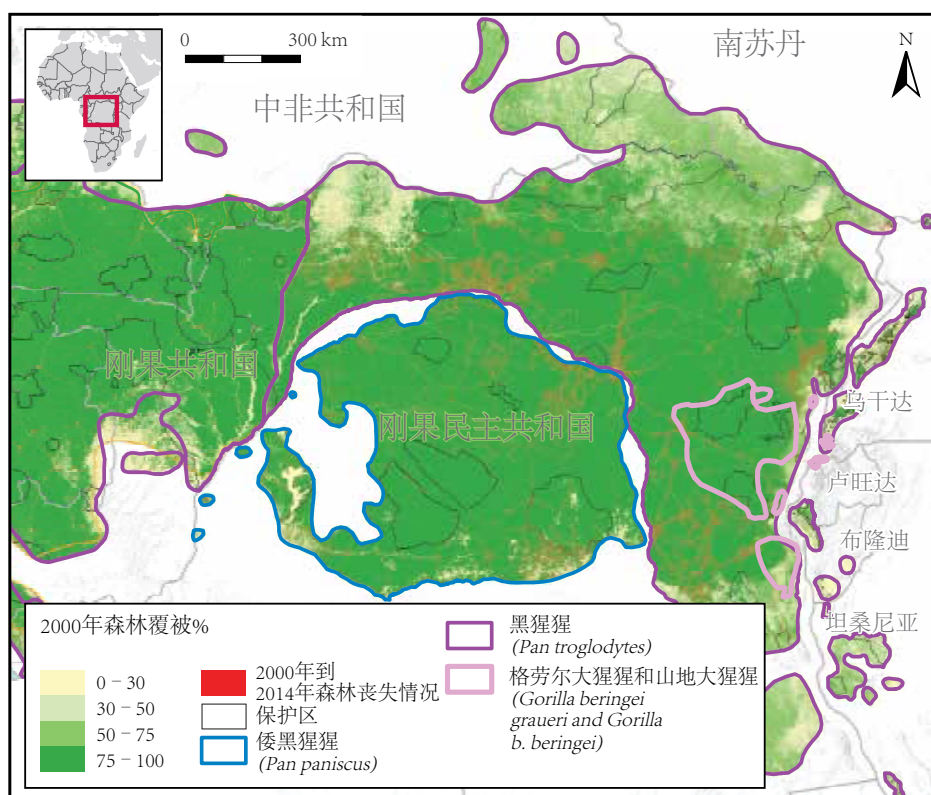


a. 非洲西部

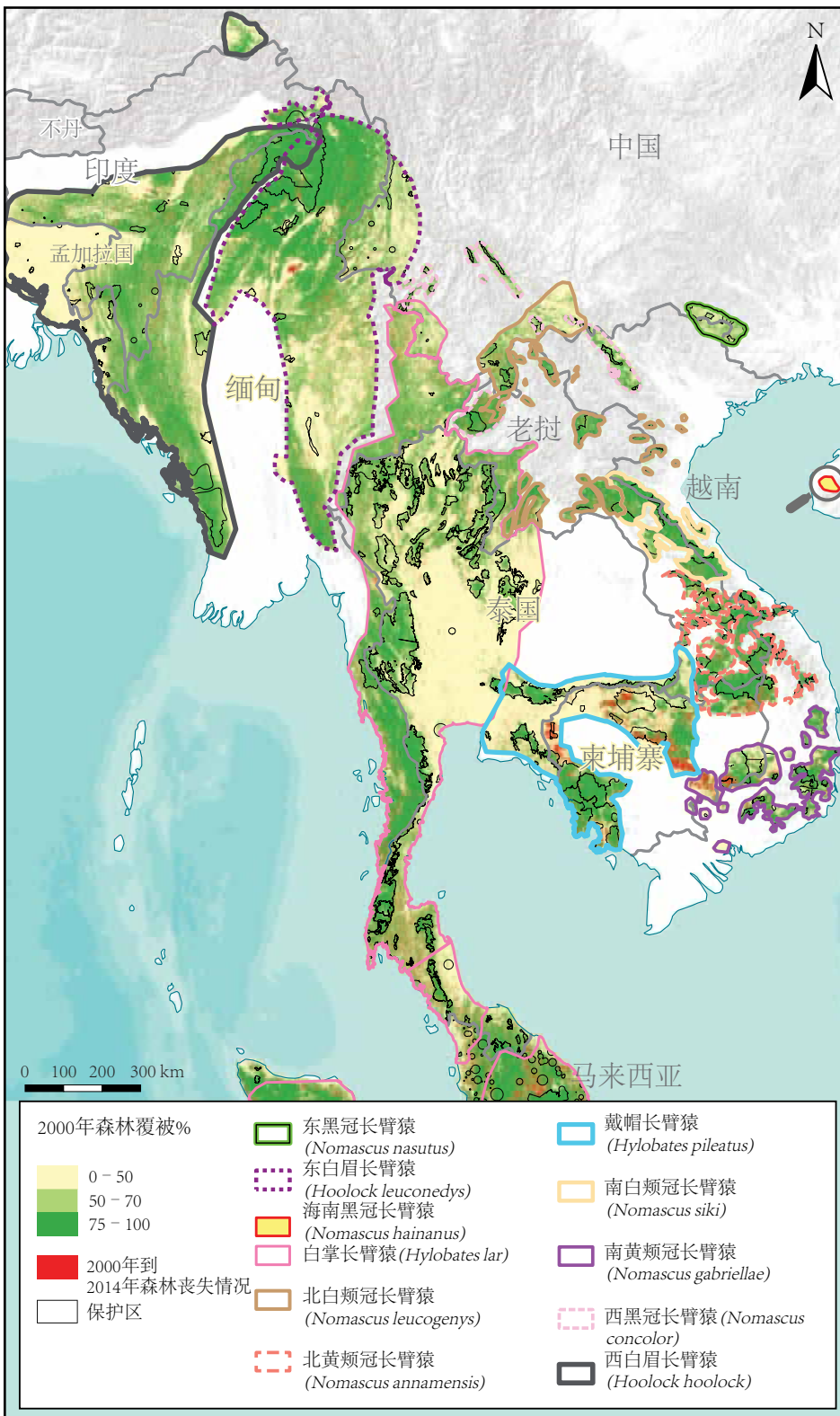
b. 非洲中部



c. 非洲东部



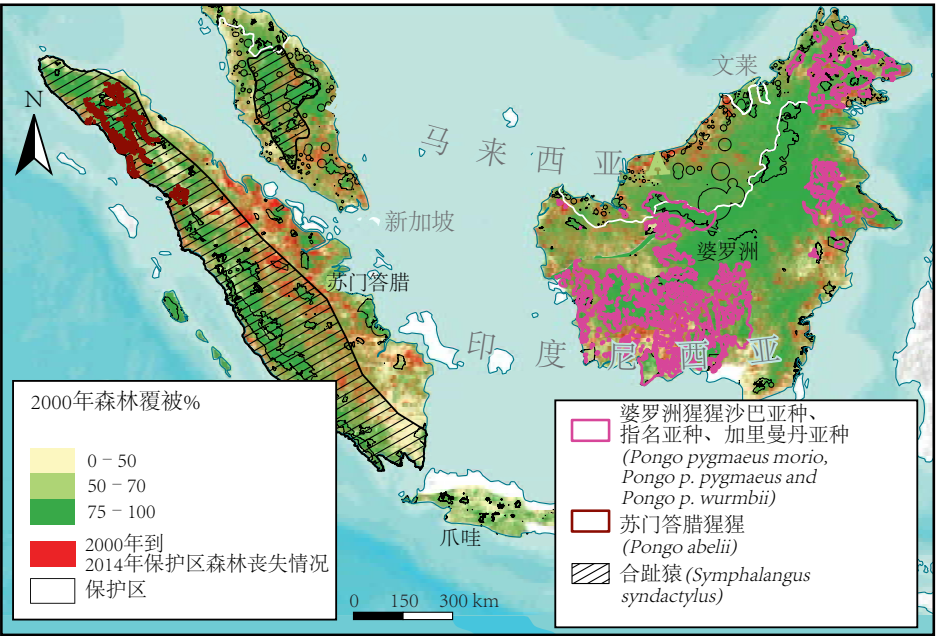
d. 东南亚北部



e. 亚洲南部



f. 亚洲南部



数据来源: GLAD (n.d.);
Hansen *et al.* (2013); IUCN and
UNEP- WCMC (2016)

森林栖息地减少了21% (357,500平方公里或3,580万公顷)。虽然在这14年间非洲人类人口密度、叛乱和非法伐木等活动增加,非洲栖息地保护得相对较好,丧失了不到4% (95,400平方公里或950万公顷) 森林覆被。

- 2014年,非洲占全球剩余类人猿栖息地的三分之二,但是大型交通基础设施已经开始加快毁林和相关的开发(见第一部分)。
- 到2014年,每只非洲类人猿亚种平均有388,000平方公里森林栖息地;每只亚洲类人猿亚种平均只有41,000平方公里。

2000年到2014年, 从森林覆被和保护角度看 类人猿现状概述

长臂猿比其他类人猿物种更面临危险。在2000年(这项评价使用的作为森林覆盖面积的基线的年份)之前,三个长臂猿种类每一种丧失了其历史栖息地的60%以上。在中国和越南,东黑冠长臂猿(*Nomascus nasutus*)只剩下森林栖息地的26%;在中国,云南白掌长臂猿(*Hylobates lar yunnanensis*)只剩下森林栖息地的27%;在柬埔寨、老挝和泰国,戴帽长臂猿(*Hylobates pileatus*)只剩下森林栖息地的40% (Hansen *et al.*, 2013; IUCN, 2016c; 见表7.1)。同样令人担忧的是那些地理分布区高度受限、森林覆被有限的亚种的情况,包括海南长臂猿(*Nomascus hainanus*),在2000年只剩下91平方公里(9,100公顷),以及云南中部黑冠长臂猿(*Nomascus concolor jingdongensis*),只剩下672平方公里(67,200公顷;见图7.2)。

在世界范围内,2000年,类人猿分布区包括440万平方公里(4.40亿公顷)森林栖息地,其中约三分之

框 7.1

方法概述

全球森林观察2000年到2014年数据组,在全球森林观察网站上免费可获得,是这项栖息地分析的基础信息(GLAD, n.d.; Hansen *et al.*, 2013; 见附录VIII)。2000年树冠层作为森林覆被的基线;森林覆被每年的变化使用每年更新的Hansen *et al.* (2013)等人的树冠层数据计算。

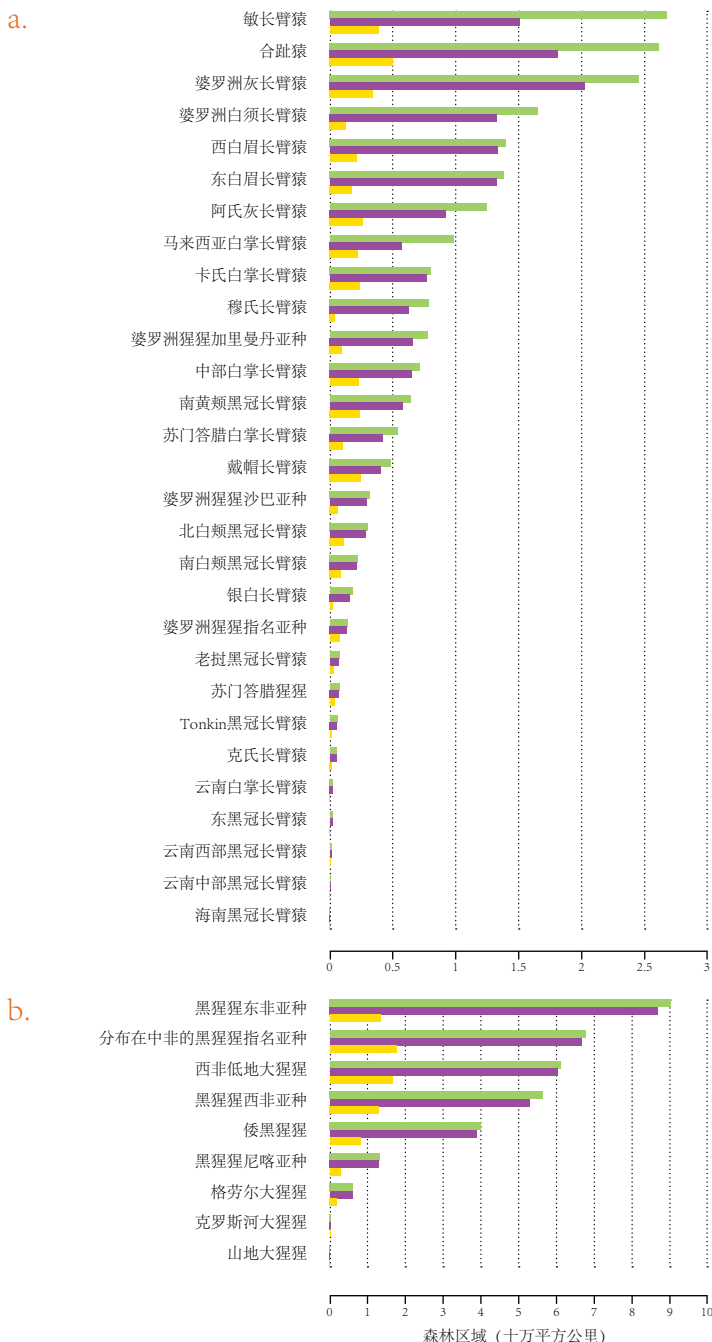
类人猿的潜在栖息地(以下“潜在栖息地”简称“栖息地”)可以按照每一个亚种在树冠层不同开放程度条件下持续存活的能力归类(见表7.1和附录IX)。比如,黑猩猩东非亚种和西非亚种(*Pan troglodytes schweinfurthii*和*Pan t. verus*)在比黑猩猩中非亚种更干燥的森林里演化,据信可以承受更开放的树冠层(L. Pintea and K. Abernethy, 个人沟通, 2016)。为了估计每个亚种的森林变化,这项分析使用了“树冠层密度”数值,反映每个亚种对树冠层开放性的耐受度和在各自分布区内的总体植被覆盖(IUCN, 2016c; 见附录IX)。全球森林观察平台使使用者能选择树冠层密度数值,然后根据对树冠层密度的不同估计,重新计算这里介绍的栖息地评价。获得关于方法的更多细节,请查阅附录VIII、IX和X。

二在非洲,剩余的三分之一在东南亚(见图7.1和框7.1)。2000年,在世界自然保护联盟确定的亚洲类人猿分布区森林栖息地的中位数面积(48,608平方公里或490万公顷)是非洲类人猿分布区内森林栖息地面积的十分之一(400,983平方公里或4,000万公顷;见表7.1)。2000年,八个国家每个国家有超过200,000平方公里(2,000万公顷)潜在的类人猿栖息地(见图7.4)。尤其是刚果民主共和国和印度尼西亚,保留了承载多个类人猿种类的大片热带雨林。在苏门答腊和婆罗洲的大多数类人猿分布区,虽然在2000年之前的二十年里森林砍伐率很高,一直到2000年都保留了较高比例的森林(Gaveau *et al.*, 2016)。

图7.2

(a)亚洲类人猿和(b)非洲类人猿按亚种的分布区内森林和保护区，2000年与2014年比较

图例：■ 2000年的森林覆被 ■ 2014年的森林覆被 ■ 2000年保护区内的森林覆被



数据来源：GLAD (n.d.); Hansen et al. (2013); IUCN and UNEP-WCMC (2016)

注：亚种按照2000年时森林覆被的数量分类。保护区相关的数据反映2016年保护区覆盖的面积。

2000年到2014年森林动态变化和丧失情况

各亚种地理分布区内的森林动态变化

2000年，38个类人猿种类的分布区包含78%（中位数）的森林栖息地，从26%到99%不等（见表7.1）。2000年到2014年期间，这些分布区丧失了1%到44%的森林栖息地，中位数为4.8%。亚洲类人猿分布区丧失的森林较多（2%到44%（中位数为8.3%），超过非洲类人猿，后者损失程度从2%到6%不等（中位数为2.1%）。

最近最大的森林丧失发生在东南亚，位于猩猩和至少11个长臂猿亚种的分布区（见图7.1）。这些数据表明值得注意的差异。比如，敏长臂猿（*Hylobates agilis*）的分布区曾经很广阔（面积387,445平方公里（3,870万公顷）），到2000年已经丧失了其森林的约30%；在之后的14年中，又丧失了剩余森林覆被的44%。与之形成对照的是，克罗斯河大猩猩（*Gorillagorilla diehli*）（位于喀麦隆和尼日利亚，只有3,648平方公里（364,800公顷））同期减少不到1%。

15个亚洲种类的分布区与规划的树木种植园重叠，占12个分布区内森林栖息地丧失的50%以上（见附录XI的框AX1）。种植园占三个长臂猿亚种森林栖息地丧失的75%以上，包括：敏长臂猿（76%），马来西亚白掌长臂猿（*Hylobates lar lar*）（87%）和穆氏长臂猿（*Hylobates moloch*）（77%）。种植园也与所有四个猩猩亚种（*Pongo species* (spp.)）的分布重叠，占在其分布区内森林丧失的42%-59%。

表 7.1

类人猿亚种和森林覆被现状和丧失情况，2000年与2014年比较

名称	分布区面积 (平方公里)	森林覆被, 2000年* (平方公里)	森林占%, 2000年	森林覆被, 2014年 (平方公里)	森林丧失了%, 2000-2014年	保护区 森林的%, 2000年	保护区森林 丧失了%, 2000-2014年
倭黑猩猩 (<i>Pan paniscus</i>)**	418,809	400,983	95.7	387,931	3.3	20.2	1.9
分布在中非的黑猩猩指名 亚种 (<i>Pan troglodytes</i> <i>troglodytes</i>)**	710,681	676,693	95.2	666,152	1.6	26.2	0.8
黑猩猩东非亚种 (<i>Pan t. schweinfurthii</i>)**	961,246	902,867	93.9	869,160	3.7	14.9	1.2
黑猩猩尼喀亚种 (<i>Pan t. ellioti</i>)**	168,393	133,806	79.5	130,257	2.7	21.4	2.6
黑猩猩西非亚种 (<i>Pan t. verus</i>)**	660,332	564,032	85.4	528,817	6.2	23.1	5.9
克罗斯河大猩猩 (<i>Gorilla gorilla diehli</i>)**	3,648	3,388	92.9	3,363	0.7	53.5	0.5
格劳尔大猩猩 (<i>Gorilla beringei graueri</i>)**	64,684	61,861	95.6	60,562	2.1	30.4	0.6
山地大猩猩 (<i>Gorilla b. beringei</i>)**	783	768	98.0	761	0.8	97.7	0.8
西非低地大猩猩 (<i>Gorilla g. gorilla</i>)**	695,076	610,453	87.8	602,982	1.2	27.1	0.6
婆罗洲猩猩沙巴亚种 (<i>Pongo pygmaeus morio</i>)	32,931	32,149	97.6	29,163	9.3	19.9	7.1
婆罗洲猩猩指名亚种 (<i>Pongo p. pygmaeus</i>)	14,119	13,965	98.9	13,492	3.4	56.3	0.4
婆罗洲猩猩加里曼丹亚种 (<i>Pongo p. wurmbii</i>)	81,148	77,542	95.6	66,065	14.8	12.8	6.7
苏门答腊猩猩 (<i>Pongo abelii</i>)	7,848	7,783	99.2	7,452	4.3	46.8	2.0
东白眉长臂猿 (<i>Hoolock leuconedys</i>)	281,864	138,283	49.1	132,326	4.3	12.9	1.9
西白眉长臂猿 (<i>Hoolock hoolock</i>)	320,251	140,061	43.7	133,308	4.8	15.1	1.7
灰长臂猿沙捞越种 (<i>Hylobates abbotti</i>)	147,330	124,499	84.5	92,208	25.9	21.2	13.3
敏长臂猿 (<i>Hylobates agilis</i>)	387,445	267,607	69.1	150,787	43.7	14.4	8.5
婆罗洲灰长臂猿 (<i>Hylobates funereus</i>)	276,487	245,352	88.7	202,593	17.4	14.0	8.5
婆罗洲白须长臂猿 (<i>Hylobates albibarbis</i>)	200,590	165,009	82.3	132,744	19.6	8.0	6.5
卡氏白掌长臂猿 (<i>Hylobates lar carpenteri</i>)	265,446	80,531	30.3	76,918	4.5	29.9	1.1

名称	分布区面积 (平方公里)	森林覆被, 2000年* (平方公里)	森林占%, 2000年	森林覆被, 2014年 (平方公里)	森林丧失了%, 2000-2014年	保护区 森林的%, 2000年	保护区森林 丧失了%, 2000-2014年
中部白掌长臂猿 (<i>Hylobates l. entelloides</i>)	154,385	71,498	46.3	65,564	8.3	32.0	1.9
克氏长臂猿 (<i>Hylobates klossii</i>)	6,031	5,479	90.8	5,315	3.0	32.2	0.7
马来西亚白掌长臂猿 (<i>Hylobates l. lar</i>)	137,898	98,344	71.3	57,445	41.6	22.7	25.0
银白长臂猿 (<i>Hylobates moloch</i>)	39,400	18,056	45.8	16,071	11.0	11.6	7.0
穆氏长臂猿 (<i>Hylobates muelleri</i>)	103,652	78,653	75.9	62,853	20.1	5.2	8.4
戴帽长臂猿 (<i>Hylobates pileatus</i>)	122,073	48,608	39.8	40,797	16.1	51.4	9.9
苏门答腊白掌长臂猿 (<i>Hylobates l. vestitus</i>)	73,254	53,886	73.6	42,519	21.1	19.9	2.6
云南白掌长臂猿 (<i>Hylobates l. yunnanensis</i>)	9,512	2,619	27.5	2,490	4.9	9.0	3.1
东黑冠长臂猿 (<i>Nomascus nasutus</i>)	8,332	2,161	25.9	2,107	2.5	16.2	5.8
云南中部黑冠长臂猿 (<i>Nomascus concolor jingdongensis</i>)	1,270	672	52.9	659	1.9	23.1	0.1
海南黑冠长臂猿 (<i>Nomascus hainanus</i>)	165	91	55.1	87	4.8	18.2	8.0
老挝黑冠长臂猿 (<i>Nomascus c. lu</i>)	8,912	7,848	88.1	7,069	9.9	38.8	5.7
北白颊冠长臂猿 (<i>Nomascus leucogenys</i>)	51,481	30,249	58.8	28,402	6.1	36.8	3.2
南白颊冠长臂猿 (<i>Nomascus siki</i>)	26,634	22,674	85.1	21,817	3.8	39.4	1.6
南黄颊冠长臂猿 (<i>Nomascus gabriellae</i>)	95,205	64,243	67.5	57,912	9.9	37.3	5.0
Tonkin黑冠长臂猿 (<i>Nomascus c. concolor</i>)	13,097	6,149	47.0	6,012	2.2	25.0	0.8
云南西部黑冠长臂猿 (<i>Nomascus c. furvogaster</i>)	3,114	1,498	48.1	1,473	1.7	30.6	0.7
合趾猿 (<i>Symphalangus syndactylus</i>)	341,872	261,502	76.5	181,091	30.7	19.3	8.7

数据来源: GLAD (n.d.); Hansen *et al.* (2013); IUCN and UNEP-WCMC (2016)

注: * 2000年的森林覆被是使用每个亚种的树冠层密度确定的。** 非洲类人猿。

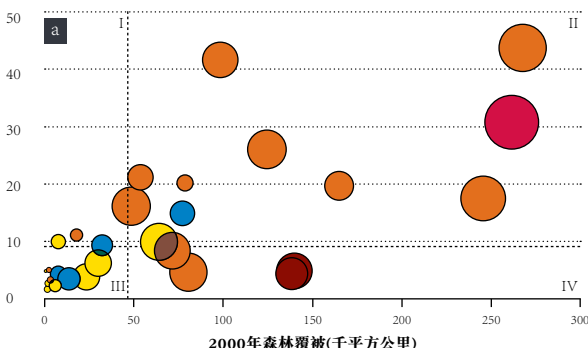
图 7.3

2000年到2014年(a)亚洲类人猿、(b)非洲类人猿和(c)所有类人猿按亚种的森林覆被、保护和丧失情况

亚洲类人猿图例：■ 白眉长臂猿 ■ 长臂猿属 ■ 黑冠长臂猿
■ 猩猩 ■ 合趾猿属

○ 500平方公里 ○ 5,000平方公里 ○ 25,000平方公里

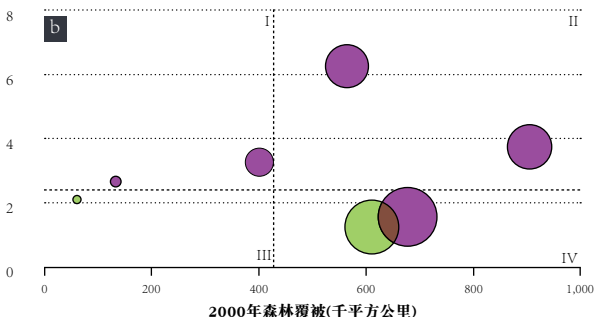
2000-2014年森林丧失(%)



非洲类人猿图例：■ 大猩猩 ■ 黑猩猩和倭黑猩猩

○ 20,000 平方公里 ○ 80,000 平方公里 ○ 160,000 平方公里

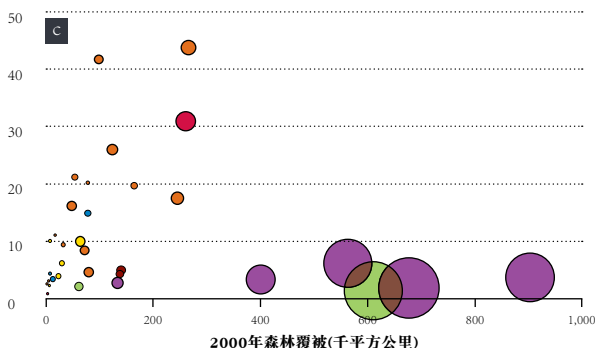
2000-2014年森林丧失(%)



各种类人猿图例：■ 大猩猩 ■ 黑猩猩和倭黑猩猩 ■ 白眉长臂猿
■ 长臂猿属 ■ 黑冠长臂猿 ■ 猩猩 ■ 合趾猿属

○ 5,000 平方公里 ○ 50,000 平方公里 ○ 150,000 平方公里

2000-2014年森林丧失(%)



数据来源：GLAD (n.d.); Hansen *et al.* (2013); IUCN and UNEP-WCMC (2016)

注：图表显示的是(a)亚洲类人猿、(b)非洲类人猿和(c)所有类人猿亚种分布区2000年的森林覆被和2014年明显可见的森林丧失。图7.3(a)和(b)中的横向点状线反映的是亚洲(8.3%)和非洲(2.1%)类人猿森林丧失的中位数百分比。图7.3(a)和(b)中的纵向点状线反映的是2000年时亚洲(48,600平方公里)和非洲(401,000平方公里)类人猿分布区内森林覆被的中位数水平。按照各自分布区内森林覆被的相对安全度，把各亚种归类到四个分类区，从分类区I：不安全(2000年有限的森林覆被，从2000年到2014年森林覆被丧失多)，到分类区IV：安全(广泛的森林覆被、森林覆被丧失少)。各图中圆圈的大小代表每个亚种分布区内受保护森林的面积。

自然保护关切的类人猿种类

这项分析显示，在2000年以前，38个类人猿亚种中23个亚种的分布区的森林覆被减少了约30%（见表7.1）。在10个长臂猿亚种的分布区内，2000年以前的森林丧失占比超过50%，尤其是东南亚大陆上的分布区（Bleisch and Geissman, 2008; Bleisch *et al.*, 2008; Gaveau *et al.*, 2016; Geissmann and Bleisch, 2008）。

对数据的进一步审视显示，对长臂猿、格劳尔大猩猩和罗斯河大

猩猩以及两种猩猩的几项重要发现。图7.3综合了2000年之前的森林丧失影响和持续森林砍伐的影响，根据2000年剩余栖息地和2000年以后丧失的栖息地百分比，把每个种类的数据分配到各个分类区。图7.3中圆圈的大小代表在每个分布区内保护区内森林的面积。2000年，保护区在亚洲覆盖17到50,470平方公里（每个分布区森林覆被的5%到56%），在非洲覆盖750到177,300平方公里（每个分布区森林

照片：长臂猿是否有足够的栖息地？从2000年到2014年，亚洲类人猿分布区的受保护森林减少了多达25%。
© Andrew Walmsley/Borneo Nature Foundation

覆被的15%到98%) (见表7.1)。
分类区I的亚种最值得关注，因为它们 的分布区内森林丧失最多，森林覆被最有限。

几种长臂猿的栖息地 (敏长臂猿、婆罗洲白须长臂猿(*Hylobates albibarbis*)、婆罗洲灰长臂猿(*Hylobates funereus*)、合趾猿(*Symphalangus syndactylus*)) 直到2000年还是相对广泛的，但是，从2000年的到2014年减少了17%到44% (见图7.3a)。这些和在第二分类区的其他亚种，2000年时森林还比较广泛存在，但是之后14年森林显著减少。

超过一半的非洲和亚洲类人猿种类的栖息地属于分类区III；这些分布区在2000年时森林覆被减少，其后经历了有限的森林丧失。总体来说，2000年到2014年，亚洲长臂猿的森林栖息地丧失是非洲类人猿的近四倍 (森林栖息地丧失中位数分别是8.3%和2.1%)。

在分类区IV的几个非洲亚种有相对较大的地理分布区，森林覆被更广泛 (见图7.3b)。这一组包括西非低地大猩猩 (*Gorilla gorilla gorilla*) 和分布在中非的黑猩猩指名亚种 (*Pan troglodytes troglodytes*)。令人极为关切的是亚洲类人猿分布区内森林覆被有限、森林丧失又广泛的情形。

保护区内外的森林动态变化

保护区对类人猿种群的存续十分关键。证据表明，经历了大规模森林清理 (比如为了种植园) 的区域，不会随着时间推移维持可独立生存的类人猿种群，即便一些类人猿物种在短期内能利用工业化种植园作为辅助食物来源或廊道 (Ancrenaz, Calaque and Lackman-Ancrenaz, 2004; Wich *et al.*, 2012b)。如果在类人猿分布区内的自然森林被清理，用于农业和其他用途，在没有其他选择的情况下，类人猿会使用农业性栖息地，但是所有类人猿都需要一些自然树冠层寻找食物和筑巢底层 (Ancrenaz *et al.*, 2015a; Hernandez-Aguilar, 2009; Hockings *et al.*, 2015; IUCN, 2016c; W. Brockelman, 个人沟通, 2016)。

总之，2000年时非洲类人猿栖息地约26%在保护区内 (亚种地理分布区中位数是81,152平方公里/810万公顷)。2000年时，亚洲类人猿栖息地得到保护的中位数比例略低 (21%，9,917平方公里或991,700公顷)。从2000年到2014年，在所有保护区内都发现有森林丧失，不过在保护区内比保护区外慢。在非洲类人猿分布区，保护区内的森林覆被减少了不到1%，2014年分布区内受保护栖息地中位数为79,573平方公

表 7.2
亚洲和非洲类人猿亚种分布区内森林丧失的百分比，2000年与2014年比较

	亚洲分布区(n = 29)			非洲分布区(n = 9)		
	最低	中位数	最高	最低	中位数	最高
在保护区内	0.1	5.0	25.0	0.5	0.8	5.9
在保护区外	1.9	9.8	49.6	0.3	2.7	6.3
各分布区总计	1.7	8.3	43.7	0.7	2.1	6.2

数据来源：GLAD (n.d.); Hansen *et al.* (2013); IUCN and UNEP-WCMC (2016)

里（790万公顷）（见表7.2）。在同一时期，亚洲类人猿丧失了受保护森林的约5%，在其分布区内受保护栖息地的面积中位数为9,255平方公里（925,500公顷）。

在非洲类人猿分布区内在保护区之外的中位数丧失是在保护区内的三倍。在保护区外的栖息地，山地大猩猩（*Gorilla beringei beringei*）只减少了0.3%，这让人感到鼓舞，但是，这些未受保护区只占该亚种全部、高度局限的分布区的不到3%（见表7.1）。

在亚洲类人猿中，在保护区内的栖息地丧失从0.1%（云南中部黑冠长臂猿）到25%（马来西亚白掌长臂猿）不等，栖息地丧失中位数为5%。八个长臂猿亚种丧失了受保护栖息地的8%以上。它们中的两种（马来西亚白掌长臂猿和灰长臂猿沙撈越种（*Hylobates abbotti*））分别丧失了受保护栖息地的25%和13%以上（见表7.1）。四个长臂猿亚种和婆罗洲猩猩指名亚种（*Pongo pygmaeus pygmaeus*）保护区内栖息地丧失了不到%。不过，所有五个种类都只有小的分布区，2000年是森林覆盖不到15,000平方公里（150万公顷）。

在保护区之外，栖息地丧失更多，这并不奇怪。在亚洲类人猿分布区，在保护区之外的栖息地丧失中位数约为10%，从1.9%（东黑冠长臂猿）到50%（敏长臂猿）不等。五个亚种，包括四个长臂猿属长臂猿和合趾猿，其未受保护的栖息地丧失了25%以上。非洲类人猿栖息地2000年时未受保护的栖息地丧失了2.7%（丧失比例从0.3%到6.3%不等）。

考虑到在保护区外丧失的速度，各物种可能越来越依赖在保护区内剩余的森林，这里的丧失速度慢一些。但是，四个亚洲大陆长臂猿和苏门答腊猩猩森林栖息地每年



总丧失面积中，相对较高比例（20%以上）的森林栖息地丧失发生在保护区内。

缓冲区，包括公园周围的栖息地，对防止受保护的森林被孤立隔绝，对促进受保护的森林维护类人猿和其他野生动物的健康种群的能力，起到十分关键作用（Hansen and DeFries, 2007; Laurance *et al.*, 2012）¹。总体来看，从2000年到2014年，在10公里缓冲区内的森林丧失与保护区外的森林丧失在统计上差异不大（中位数分别是8.7%和6.1%），不过比在保护区内的森林丧失（2.6%）高许多²。虽然如此，缓冲区内森林丧失较多的地方，在保护区内也面临更多森林丧失³。

是否有供长臂猿在野外持续存活的足够空间？

这项对栖息地的评价的结果显示，

如果为当地野生动物管理适当的话，可能有足够的受保护的森林区域，支持数百个甚至数千个大部分长臂猿亚种的小群（见表7.1的保护现状）。

长臂猿的密度是每平方公里0.5到2.0个小群，这样一个管理良好的5,000平方公里公园从技术上来说可以支持可独立存续的长臂猿种群。这一结论是基于按照这项分析的计算得出的受保护森林的面积，以及按照每2平方公里支持1个小群的自然保护密度估计（IUCN, 2016c）。

不过，在多个类人猿分布区国家，对公园的管理和执法只是做到减缓而不是止住对这些森林的蚕食和丧失（Curran *et al.*, 2004; Tranquilli *et al.*, 2014）。对蚕食森林和在保护区内偷猎的执法差，表明迫切需要改善管理、保护、巡逻和社区参与（Geissmann, 2007）。

从2000年到2014年，亚洲类人猿分布区的受保护森林减少了多达25%（中位数5%），如果类人猿接下来几十年仍能存续，必须减缓受保护森林的丧失速度。其他因素，比如捕猎和疾病，会加剧预测的这些栖息地丧失对种群密度的影响。在非洲部分地区，捕猎比栖息地丧失更值得关注（见框7.2）。还有足够的时间，防止在亚洲经历的衰退在非洲重复上演。

只根据极其有限的剩余栖息地的数量，显然一些物种需要更多的受保护的森林区域才能长期存续。以下长臂猿尤其脆弱：

- 灰长臂猿沙捞越种
- 海南长臂猿
- 戴帽长臂猿
- 南黄颊冠长臂猿
(*Nomascus gabriellae*).

长臂猿和一些大型类人猿亚种（山地大猩猩和格劳尔大猩猩）主要在受保护的自然保护区持续存活；在没有较好的巡逻的保护区内，它们继续面临捕猎威胁（Geissmann, 2007; IUCN, 2016c; Maldonado *et al.*, 2012）。为了持续存活，以下物种至少需要对其分布区内现有保护区的更好管理：

见框 7.2

捕猎可能比森林丧失更快地灭绝类人猿种群

只是评价森林丧失可能极大地低估类人猿种群密度的变化。与郁闭林冠森林碎片化和打开相关，使捕猎增加，在栖息地质量丧失影响类人猿种群之前，就会使类人猿种群损失殆尽（Hicks *et al.*, 2010; Ripple *et al.*, 2016）。

森林砍伐促进进入之前完好的森林，进而促进为野味的偷猎，参与野生动物贸易，以及来自人类的疾病传播（Kondgen *et al.*, 2008; Leendertz *et al.*, 2006; Poulsen *et al.*, 2009）。确实，一旦人们开始砍伐森林，人们就捕猎和瞄准大型哺乳动物，包括类人猿。虽然在一个类人猿栖息地的森林覆被显著减少（比如从90%降至30%）本身可能不会灭绝当地物种，但是与之相关的捕猎很可能会灭绝当地物种（Meijaard *et al.*, 2010b; Tranquilli *et al.*, 2014）。比如，西非低地大猩猩面临的捕猎和疾病威胁大过森林丧失带来的威胁（Maisels *et al.*, 2016b; Walsh *et al.*, 2003）。

生物学家把类人猿种群密度和受为野味捕猎影响最大的区域叠加，形成全面的数据叠层（Max Planck Institute, n.d.-b）。这些数据叠层做完可获得后，可以用于弥补森林变化的信息，从而极大地提高我们对类人猿种群轨迹的理解，协助自然保护区确定和保护最脆弱的地点。

- 两个猩猩物种
- 敏长臂猿
- 马来西亚白掌长臂猿
- 云南西部黑冠长臂猿
(*Nomascus concolor fuvogaster*);
- 云南中部黑冠长臂猿
- 山地大猩猩

面对种群之间连接减少，要能独立存续，一些物种可能需要作为集合种群管理，用森林走廊把保护区和缓冲区连接起来，通过扩散相联系。不过，这项分析的结果也表明在保护区周围10公里缓冲区内的森林，作为类人猿扩散走廊的必要基础，与其他未受保护的陆地一样，容易被毁林。对一些长臂猿亚种（比如海南长臂猿，其栖息地到2014年已经减至不到90平方公里（9,000公顷））来说，剩余的森林覆被面积和保护水平不足够，不能实现集合种群的移动（见表7.1）。因此，自然保护区只有几年时间维护或重新建立连接，确保保护区足够大，得到充分保护，从而维护这些亚种的可独立存续种群。

捕猎是另一个重大威胁。对在保护区内的捕猎进行量化超出这一章的范围，但是需要改善保护区管理，应对这一紧迫关切（见框7.2）。

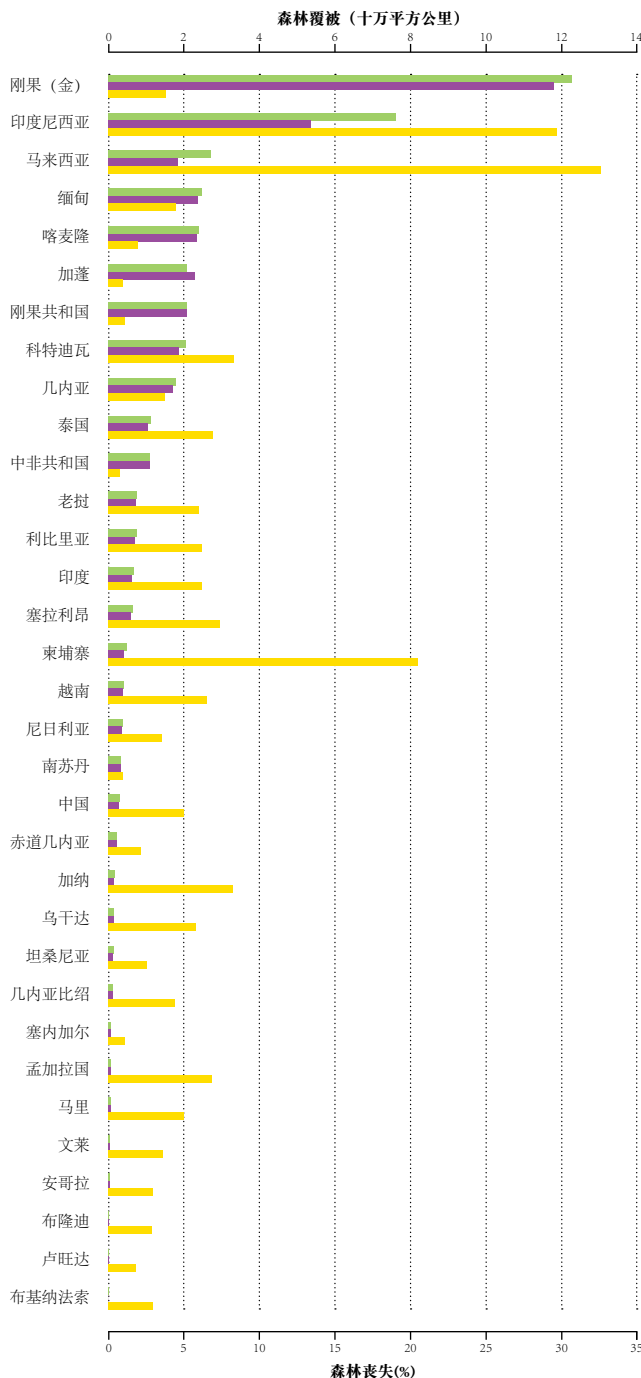
各国森林动态变化

从2000年到2014年，世界各地的类人猿丧失了453,000平方公里（4,530万公顷）森林，占2000年基线的10%以上。这些森林丧失的79%发生在亚洲。亚洲类人猿分布区国家丧失了357,500平方公里（3,580万公顷）森林覆被，占其森林栖息地的20%以上，这个面积是非洲类人猿分布区国家丧失森林面积的近四倍。非洲类人猿分布区国家丧失了

图 7.4

类人猿分布区国家森林覆被和丧失情况，2000年与2014年比较

图例：■ 2000年的森林覆被 ■ 2014年的森林覆被
■ 2000-2014年森林丧失百分比



数据来源: GLAD (n.d.); Hansen et al. (2013); IUCN and UNEP-WCMC (2016); 见框7.1

95,400平方公里（950万公顷），占非洲类人猿总的森林栖息地的4%（见图7.4）。

在一些亚洲国家，为农业破坏类人猿栖息地已经剧烈地改变了森林景观。从2000年到2014年，马来西亚丧失了33%的森林，印度尼西亚丧失了30%，柬埔寨丧失了20%以上；这些速度大大超过所有其他类人猿分布区国家的速度，其他这些国家丧失的森林覆被不到10%。印度尼西亚的森林丧失（226,063平方公里或2,260万公顷）远远超过马来西亚（88,763平方公里或890万公顷），占亚洲全部栖息地丧失的63%，占全球类人猿栖息地丧失的50%。

大型农业种植园占马来西亚（84%）和印度尼西亚（82%）类人猿分布区内森林丧失的大部分，占柬埔寨类人猿分布区内森林丧失的近30%。这样扩大土地使用配置影响至少十个长臂猿种类和所有四种猩猩种类。

如上所述，非洲在同一时期只丧失了4%的类人猿栖息地。这些损失主要集中在非洲西部，加纳、科特迪瓦和塞拉利昂丧失的森林比例最高。中非共和国、加蓬、南苏丹在此期间每个国家丧失的类人猿栖息地不到1%。刚果民主共和国是任何国家中类人猿栖息地最多的国家（120万平方公里或1.20亿公顷以上，占有所有类人猿栖息地的28%，见图7.4），支持分布在中非的黑猩猩指名亚种和黑猩猩东非亚种（*Pan troglodytes schweinfurthii*）、格劳尔大猩猩和倭黑猩猩（*Pan paniscus*），后面这两个种类是该国特有的。虽然从2000年到2014年刚果民主共和国丧失的森林覆被（超过46,000平方公里，或460万公顷）比其他非洲国家多，这个面积占其类人猿森林栖息地的不到4%，

这个丧失比例只是比整个非洲的比例中位数2.9%略高。

数据显示，从2000年到2014年，为种植园清理森林减少了只是非洲类人猿一个亚种：黑猩猩西非亚种的栖息地，减少了约1%（GFW, 2014; Transparent World, 2015）。不过，非洲的情况有可能迅速恶化。非洲近60%的油棕特许经营区与类人猿分布区重叠，而40%未受保护的类人猿栖息地是适合种植油棕的土地（Wich et al., 2014）。预计把这些特许经营区改种油棕的公司要求，在非洲会大大增加，就像在亚洲，适合油棕和其他工业化农业的土地减少一样（Mongabay, 2016b）。

类人猿栖息地每年森林丧失趋势 树冠层累计丧失情况

全球森林观察平台提供的30米清晰度的森林分布数据可以获得，使我们能跟踪截止2000年的各个类人猿种类的每年森林丧失情况。在这项研究期间（2000年到2014年），累计森林丧失的年度数据显示几个令人担忧的趋势（见图7.5）。

2000年到2014年丧失森林栖息地最多的类人猿种类都生活在热带亚洲（见图7.5a）。比如，这一期间，敏长臂猿、马来西亚白掌长臂猿和合趾猿原来广阔的栖息地遭遇持续毁林。

图7.5b显示的是累计森林栖息地丧失最少的十个亚种。这一组内六个非洲亚种的森林丧失速度一直较低，但是尤其从2012年起，森林丧失速度加快，而四个亚洲类人猿亚种的森林丧失速度逐渐变慢。这四个亚种的栖息地内绝对森林丧失可能是低的，但是其森林覆被已经受

限，从不到700平方公里（70,000公顷）到略低于6,200平方公里（620,000公顷）不等（见表7.1）。

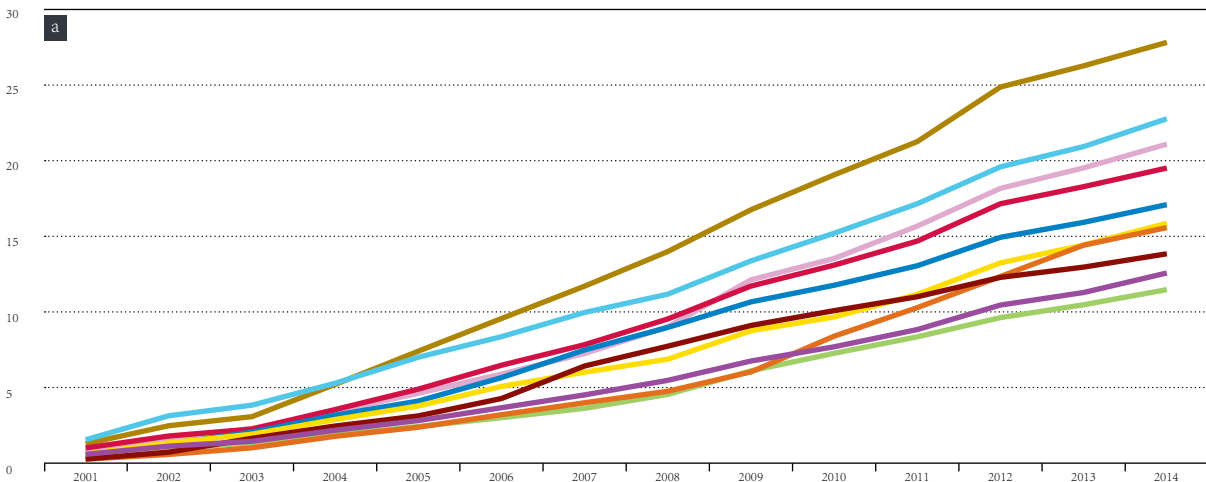
在剩余的有限森林中，丧失每一平方公里对剩余的种群可能有很大影响。

图 7.5

2000年到2014年经历了(a)最高和(b)最少累计年度森林丧失的类人猿分布区

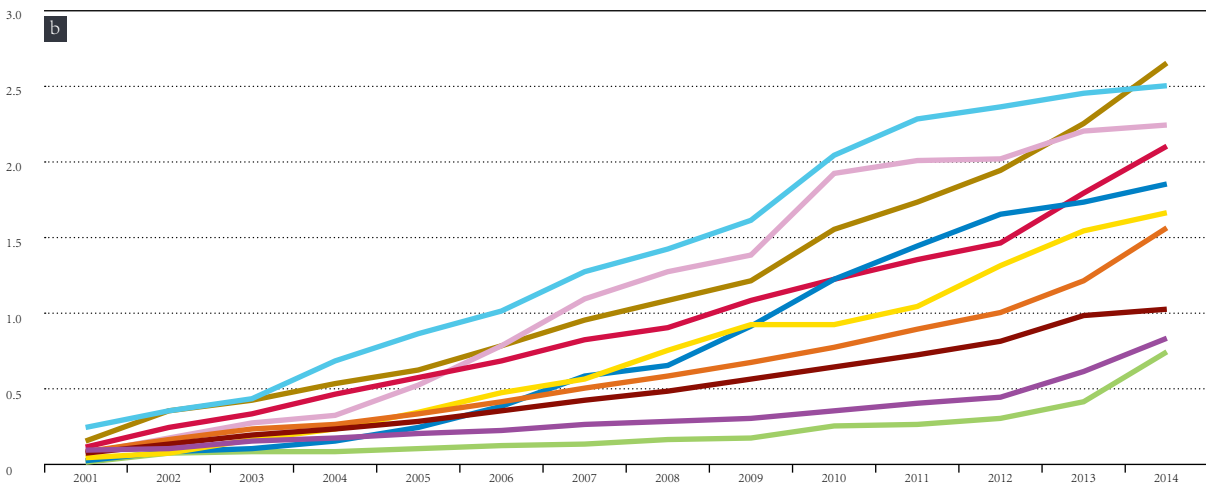
图例：■ 苏门答腊白掌长臂猿 ■ 婆罗洲灰长臂猿 ■ 婆罗洲猩猩加里曼丹亚种 ■ 戴帽长臂猿 ■ 穆氏长臂猿
■ 婆罗洲白须长臂猿 ■ 合趾猿 ■ 灰长臂猿沙捞越种 ■ 马来西亚白掌长臂猿 ■ 敏长臂猿

累计年度森林丧失(%)



图例：■ 克罗斯河大猩猩 ■ 山地大猩猩 ■ 西非低地大猩猩 ■ 分布在非的黑猩猩指名亚种 ■ 云南西部黑冠长臂猿
■ 云南中部黑冠长臂猿 ■ 格劳尔大猩猩 ■ Tonkin黑冠长臂猿 ■ 东黑冠长臂猿 ■ 黑猩猩尼喀亚种

累计年度森林丧失(%)



数据来源：GLAD (n.d.); Hansen *et al.* (2013)

注：种植园的数据不是每年都有。如果把种植园的数据包括进来，图7.5a中全部十个物种2014年的累计总数会增加（种植园没有影响图7.5b中的亚种）。所有类人猿亚种的累计森林丧失总数，见表7.1。

2001年到2014年之间与建立种植园相关的数据只有某些年份的数据，不是每年都有。结果，图7.5中累计年丧失数值不包括种植园数据，只是象征性地代表森林丧失趋势。38个类人猿亚种中15个亚种，包括图7.5a中的10个亚种，经历的累计丧失比图7.5a显示的显著更为广泛。不过，这些趋势能说明这些亚种栖息地丧失的程度（见表7.1）。比如，敏长臂猿、马来西亚白掌长臂猿、灰长臂猿沙捞越种、合趾猿丧失的栖息地程度最高，不管是否包括种植园数据；把种植园全部包

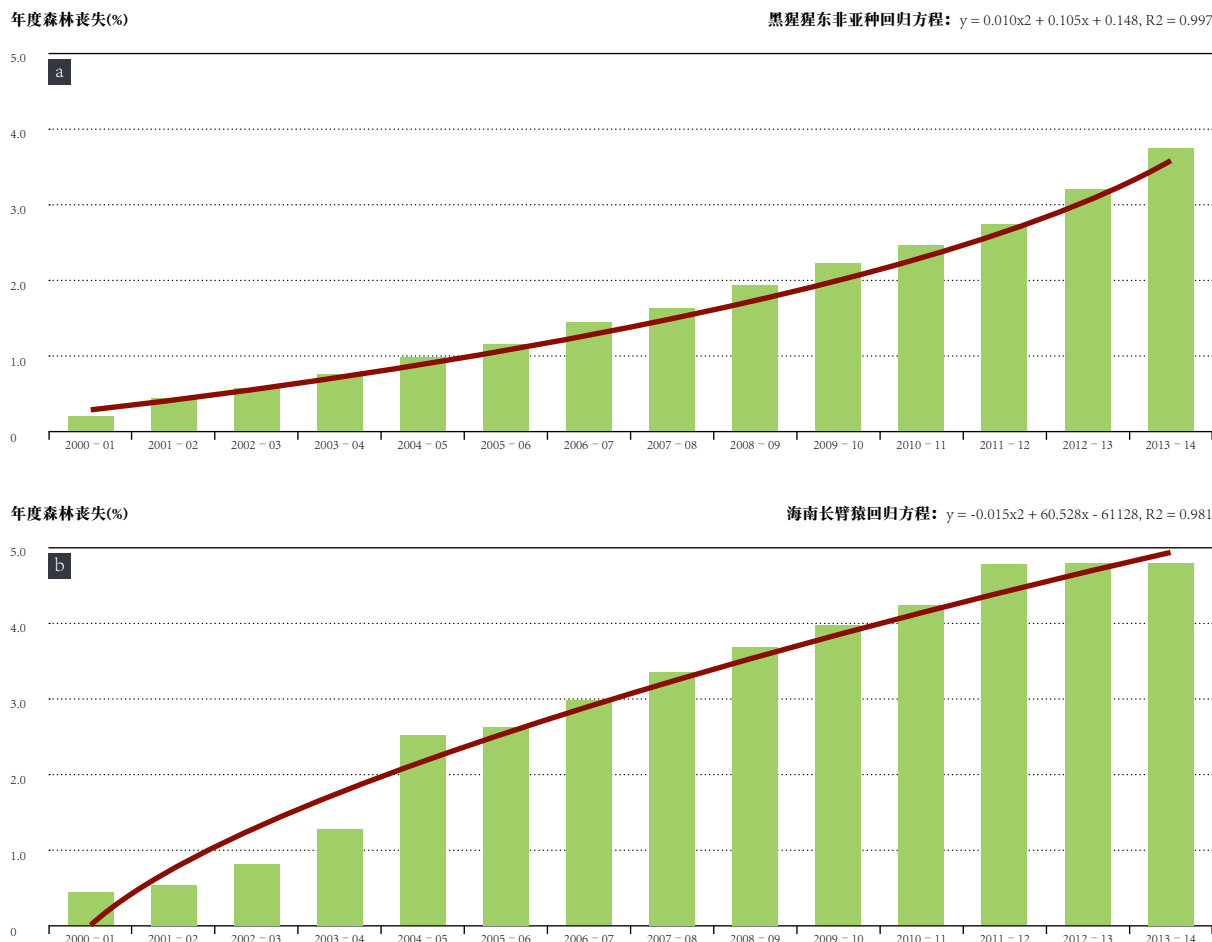
括进计算后，每一种长臂猿丧失的森林更多（见表7.1和图7.5a）。表7.1列出的剩余栖息地数量显示的是分布区与种植园重叠的亚种在2014年的真实栖息地最后情况。

预测将来

从2000年到2014年，大部分物种每年的森林丧失速度基本稳定，有理由认为将来也是同样的速度。在估计未来的森林丧失前，对累计毁林数据做了一条回归线；图7.6显示的是两个例子。然后，使用由此获得

图 7.6

应用于(a)黑猩猩东非亚种和(b)海南长臂猿的累计森林丧失的回归线，2000年到2014年



的方程，根据之前的趋势，预测将来毁林数量，下文讨论⁴。

回归函数与数据紧密贴合，使我们对未来森林丧失的预计有较高可信度（见图7.7）。黑猩猩东非亚种栖息地的丧失速度加快，与海南长臂猿栖息地的丧失速度减慢形成鲜明对比（见图7.6）。由于东南亚大规模的毁林活动，2000年到2014年之前和这14年间海南长臂猿栖息地严重减少（Achard *et al.*, 2014）。海南长臂猿目前在海岛上唯一一个保护区内存续。

每个亚种的森林丧失速度，作为预测中期（2030年）和长期（2050年）剩余森林栖息地的基础，见图7.7所示。为了避免对森林丧失速度变化的猜测，这一评价完全依赖森林丧失数据做出预测。

如果森林丧失将来按照同样的速度延续，就像从2000年以来一样，对类人猿的后果，尤其是对亚洲种类的后果会很严重。预测到2030年，五个亚种会丧失2000年尚存的栖息地的一半（见图7.7）。假定栖息地丧失速度保持一贯的话，预测九个亚种（都是长臂猿）到2050年会丧失全部栖息地（见图7.7）。

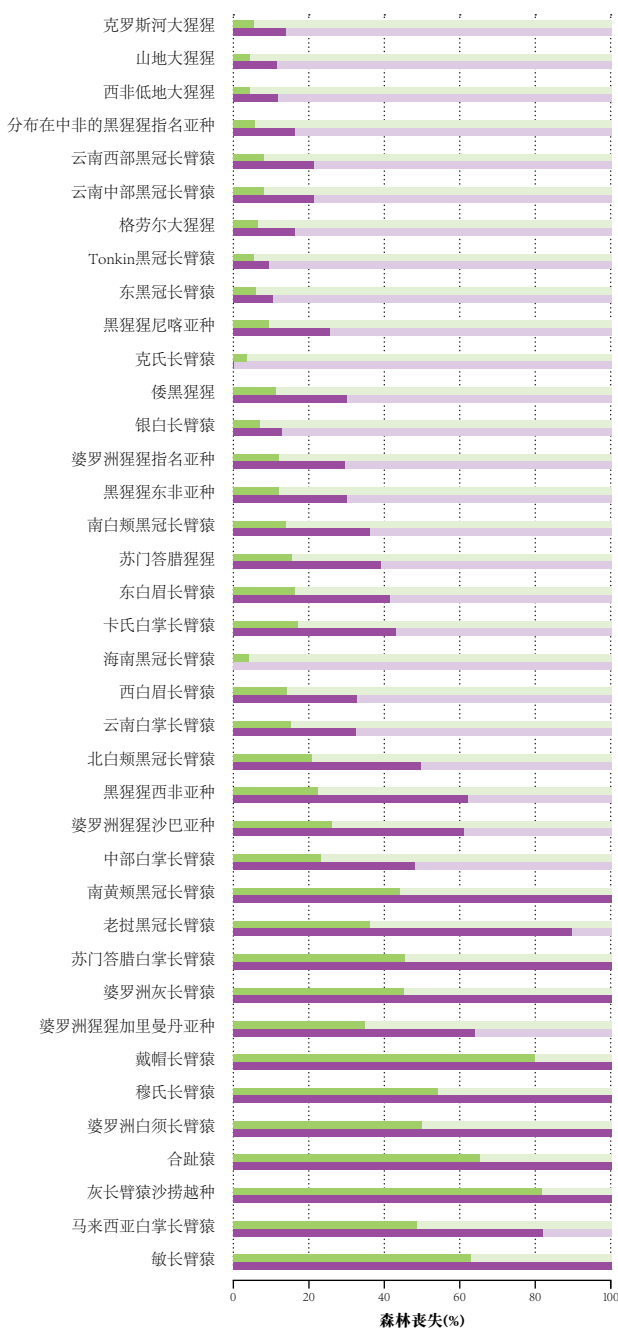
在大多数情况下，预计森林丧失速度会加快。不过，在一些情况下，栖息地丧失的速度逐渐放缓，速度有可能变为负数，表明可能栖息地再生。对海南长臂猿和克氏长臂猿（*Hylobates klossii*），基于最符合2000年到2014年栖息地丧失数据的二次方程的计算，预测2050年栖息地丧失数量少于2030年。通过推算发现，图7.6b显示的海南长臂猿栖息地丧失速度逐渐放慢表明，今后几十年丧失速度为负数，可能会重新植树造林。

这些森林丧失预测有些简单化，在类人猿分布区国家的土地使用变化是动态的。在保护区内的森林丧

图 7.7

按亚种的森林栖息地的预计丧失情况，
2000年、2030年、2050年情况

图例：■ 2030 ■ 2050



注：预测反映的是到(a)2030年和(b)2050年丧失的2000年时的森林栖息地的百分比，使用的是最符合2000年到2014年的年度百分比丧失情况的回归方程。类人猿亚种的排序按照2000年到2014年累计森林丧失程度。假定栖息地丧失按照一贯的速度，预计到2050年九个亚种（全部是长臂猿）会丧失所有的栖息地。

失速度减缓，如表7.3所示，表明随着一个物种分布区的更高比例受到保护（更多区域受到保护，或者受到保护较少的森林持续存在），丧失速度将来会减缓。不过，如这一卷一直所阐释的，东南亚和非洲中部大规模的交通基础设施投资预计会加速森林砍伐，以及相关的农业和开发，至少在新道路和铁路沿线会是如此（Dulac, 2013; Quintero *et al.*, 2010）。在保护区地下发现矿物，导致保护区降级，甚至取消保护区的受保护地位，以促进开采（Forrest *et al.*, 2015; 见第四章，页码116-119）。勘探和开采会影响甚至在当前保护区内的森林丧失速度。

不论森林覆被的广袤程度如何，在类人猿栖息地内的人类活动（比如捕猎、森林退化和疾病传播）的负面影响对类人猿是重大的自然保护问题。即便如此，如果这些物种在将来能够存续，需要有足够的有充分连接的森林，这是规划时必须考虑到的一个基准（Plumptre *et al.*, 2016b; Tranquilli *et al.*, 2012）。

对此一项关键发现是有小的地理分布区的长臂猿亚种面临尤其不确定的未来。这些种类受到的研究少，在自然保护机构的行动计划中较少出现；而且，它们的困境受到的公众和媒体的关注少于黑猩猩或大猩猩。在长臂猿分布区内保护剩余的森林是可能的，但是只有自然保护界不再对长臂猿的未来抱着表面来自满的态度，对长臂猿给予与大型类人猿同样的关注和资源。

对森林变化的定期监测

在偏远地区的森林丧失，包括在保护区内和之间，常常直到大片区域被清理后才被发现，因为森林监测一般限于依靠公园工作人员在地面上巡逻（Dudley, Stolton and Elliott,

2013）。这一章希望帮助分布区国家机构和自然保护管理者：

- (a) 通过经常的森林监测，始终了解在他们关注的区域内的栖息地变化；
- (b) 规划改善的类人猿保护，使他们不仅能确定关键森林栖息地



的区域，也能迅速发现森林丧失并迅速做出反应。

随着存续的类人猿种群越来越多在孤立隔绝的区域获得庇护，对剩余森林覆被的定期监测将是十分关键的自然保护工具（IUCN, 2016c; Junker *et al.*, 2012）。通过高清晰度

空间图像或由护林员在地面及早发现森林丧失的存在和位置，会指导对目标区域的进一步调查（见附录XII和XIII）。

在特定区域重复进行分析，使管理者能监测类人猿栖息地一段时间的关键表现指标。更新的森林覆被

照片：大型农业种植园占马来西亚和印度尼西亚至少12个类人猿亚种分布区内发现的森林丧失的52%到87%。
© HUTAN-Kinabatangan
Orangutan Conservation
Project



“保护区成为越来越多个类人猿种类的剩余种群的最后堡垒，在森林丧失继续威胁类人猿种群的亚洲如此，在非洲也越来越如此。”

数据，为灵长类动物学家和自然保护区工作者提供了一个工具，把当前的栖息地现状信息与他们对类人猿种群现状和当地威胁的分析结合起来。如果保护区丧失森林，类人猿也可能因为捕猎而直接丧失（Walsh *et al.*, 2003; Wich *et al.*, 2012a）。在种群和为野味的捕猎数据在各个类人猿物种和栖息地上空间明确以后，对栖息地变化的定期监测能形成更可靠的评价。

全球森林观察现在提供一个新的系统，每周可提供30米清晰度的树冠层丧失提醒；对类人猿自然保护区工作者来说，这可能是迄今为止最重要的工具。全球森林观察的在线森林监测和提醒系统把最新的算法、卫星技术和云计算结合起来，近乎实时地确定树木在哪里生长、在哪里消失。2015年在几个国家开始做试点，到2017年初，这些全球土地分析和发现提醒覆盖了几乎所有类人猿分布区国家，到2017年底将覆盖所有热带地区（M. Hansen, 个人沟通, 2017）。

全球森林观察与RESOLVE之间的一项新合作，将使普通公众能轻松地访问关键类人猿区域的全球土地分析和发现提醒，以及每周一次的“关注地点”，后者显示对类人猿保护最值得关注的树冠层变化。或者，订阅者会收到近乎实施的发现森林丧失的提醒，不管他们选择了什么区域，比如按国家、森林保护区、自然保护景观、道路缓冲区，或者在该平台的互动地图上手动划出的多边形，都可以。

未来的栖息地评价会评估全球土地分析和发现的提醒的规律，作为即将到来的森林丧失的强度的可能指标。在已经设置了全球土地分析和发现的提醒的区域，分析也可以跟踪与森林丧失相关的因素，包括斜坡、到清理点、道路和城镇的距

离（见附录XI和XII）。

把近乎实时的全球土地分析和发现的提醒纳入现有保护区执法，对保护许多类人猿种群会有很大帮助，尤其是在东南亚大陆和岛屿上对小的长臂猿种群及其剩余的森林斑块的保护。对这些和其他类人猿来说，这一方式使管理者能确定需要自然保护行动的关键森林走廊和缓冲区，增强对在受保护走廊和缓冲区内的森林的监测。

结论

最近最大的森林丧失发生在至少11个长臂猿和猩猩物种和亚种的分布区（见表7.1）。苏门答腊和婆罗洲的类人猿分布区一直到2000年包含大片的森林，但是在2000年到2014年期间森林丧失速度很快，因为印度尼西亚和马来西亚为种植园农业的清理导致世界上一些最快速度的毁林。大型农业种植园占马来西亚和印度尼西亚至少12个类人猿亚种分布区内发现的森林丧失的大部分（52%-87%），占柬埔寨类人猿栖息地丧失的近30%。

现有数据表明，非洲种植园与仅一种非洲类人猿亚种栖息地丧失仅1%对应，不过，几乎60%的油棕特许经营区位于非洲类人猿分布区内。非洲未受保护的类人猿栖息地近40%是适合种植油棕的土地（Wich *et al.*, 2014）；就像在亚洲用于不断扩大的油棕和其他工业化农业土地减少一样，在非洲，公司对未开发土地的需求可能会增加。这种需求有可能加剧基础设施开发带来的毁林和退化（Barber *et al.*, 2014; Laurance *et al.*, 2015a）。

2000年，非洲类人猿栖息地的94%是森林覆被（见表7.1）。到2014年，非洲类人猿在其分布区内仍保留有大片森林覆被，但是过去

五年森林丧失速度加快了。与此相比，在2000年，亚洲类人猿分布区只有69%是森林覆被。之后十年，东南亚的森林丧失总体速度有些放缓（尤其是与20世纪90年代大规模森林砍伐的极高速相比（Achard *et al.*, 2014）），但是东南亚的类人猿在孤立隔绝的森林碎片和保护区内持续生存。

保护区成为越来越多类人猿种类的剩余种群的最后堡垒，在森林丧失继续威胁类人猿种群的亚洲如此，在非洲也越来越如此。保护区内栖息地丧失比未受保护区域慢，但是，就像这项分析所强调的，栖息地丧失仍相当大（Gaveau *et al.*, 2009a; Geldmann *et al.*, 2013）。

采取行动的需要亚洲最为紧迫。如果森林砍伐的前沿是在还是森林的保护区周围，并且今后几十年森林丧失速度保持稳定，森林连接会丧失，就像确保保护区足够大、得到妥善保护、从而维护可独立存续的亚种种群的机会也会丧失一样。稳定广袤的受保护森林，提高保护区管理的有效性，对近期类人猿保护是优先重点。

鸣谢

主要作者：Suzanne Palminteri⁵, Anup Joshi⁶, Eric Dinerstein⁷, Lilian Pintea⁸, Sanjiv Fernando⁹, Crystal Davis¹⁰, Matthew Hansen¹¹

审阅：Leo Bottrill, Mark Cochrane, Mark Harrison and Fiona Maisels

尾注

- 1 另见Curran *et al.* (2004)。
- 2 Kruskal-Wallis检验， $H = 18.220$;
 $df = 2$; $p < 0.001$ 。
- 3 相关系数，Spearman $\rho = 0.59$;
 $p < 0.001$; $n = 38$ 。
- 4 对预计使用了二次方程，因为一般地，二次方程比线性方程对现有森林丧失数据的吻合度更高。
- 5 顾问
- 6 明尼苏达大学
(www.conssci.umn.edu)
- 7 RESOLVE (www.resolve.org)
- 8 珍古德协会 (Jane Goodall Institute, 英语简称JGI)
(www.janegoodall.org.uk)
- 9 RESOLVE (www.resolve.org)
- 10 世界自然研究所全球森林观察项目(WRI-GFW)
(www.globalforestwatch.org)
- 11 马里兰大学(geog.umd.edu)