

目录

致谢	vii
序	ix
执行概要	xi
1. 引言	1
2. 能源供应与需求：趋势和前景	5
可再生能源	8
木质能源	13
未来能源的选择 - 主要问题	18
3. 生物能源生产	21
固体木质燃料	21
液体生物燃料	22
4. 木质能源对未来需求的贡献	27
木质燃料资源	28
排放和生物燃料经济	32
5. 增加使用生物燃料所产生的影响	37
贫困、就业与价格	38
土地与环境	39
6. 政策选择和建议	45
术语表	49
参考文献	53

表 格

1 按区域和燃料列出的1990-2030年世界上市能源的总消费量	6
2 按区域列出的1990-2030年世界水电和其他上市的可再生能源消费量	9
3 全球可再生能源增长量	11
4 使用传统生物质的人数	18
5 按区域列出的总贸易量中燃料所占比例	20
6 巴西森林作业的木材废弃物	29

插 图

1 1990-2030年经合组织国家和非经合组织国家上市能源总消费量	6
2 2004年燃料在世界初级能源总供应量中所占比例	7
3 按来源列出的2004年和预期的2030年全球上市能源总消费量	7
4 1990-2030年经合组织国家和非经合组织国家上市可再生能源总消费量	8
5 2004年和预期的2030年经合组织国家和非经合组织国家上市 可再生能源在能源总消费量中所占比例	9
6 按区域列出的2002年和预期的2030年世界可再生能源消费量	11
7 G8+5国家来自生物燃料的初级能源总供应量	12
8 生物能源占初级能源供应量的百分比	13
9 立木材积总量	14
10 1990年和预期的2010年至2030年经合组织和非经合组织国家 木质能源消费量	16
11 1990年和预期的2010年至2030年经合组织和非经合组织国家 人均木质能源消费量	17
12 非洲木材采伐量	17
13 1987-2008年欧洲离岸价格 (Brent Spot)	19
14 按部门列出的2000年全球温室气体排放量	19
15 由不同来源生产的生物燃料温室气体排放比较	34
16 按原料列出的生物燃料竞争性	34

插 文

1 生物能源术语	2
2 巴西的运输用生物能源	10
3 收集准确木质燃料信息的制约因素	15
4 林产品价格	33

5 能源效率和生物能源生产	35
6 生物能源发展的潜在好处和不利影响	38
7 粮食价格与生物能源	40
8 液体生物燃料发展方案	42

致谢

本出版物综合整理了由粮农组织在2007年委托编写的两份更为全面的研究报告并作为工作文件出版。它们是Ivan Tomaselli撰写的《发展中国家的森林与能源》和由Warren Mabee和Jack Saddler撰写的《经合组织国家的森林与能源》。可以从www.fao.org/forestry/energy获得这些文件。由Douglas Kneeland和Andrea Perlis编写的综合性文件的草稿于2007年11月举办的粮农组织大会特别活动：森林与能源期间散发。目前的版本由Jeremy Broadhead修改，Maria Casa编辑，吸收了来自成员国的意见。Miguel Trossero、Simmons Rose、Sebastian Hetsch和Gustavo Best也为文件的编写做出贡献。

序

森林和能源是有关气候变化问题全球性辩论的中心。本出版物对这两个领域最重要的趋势进行论述，为这一讨论提供信息。

本文参考了2007年由粮农组织委托编写的两份综合性研究：《发展中国家的森林与能源》（Ivan Tomaselli, 巴西）和《经合组织国家的森林与能源》（Warren Mabee和Jack Saddler, 加拿大）。这些工作文件的英文版可从粮农组织网站（www.fao.org/forestry/energy）获取。

当100年前石油的供应尚未普及时，木材是人类最重要的能源来源。在世界许多最贫困的国家，木材仍是用来取暖和烹饪最重要的能源来源。在本研究报告中，我们深入分析未来木材再次成为所有国家一个非常重要的能源来源的可能性。

来自木材和农作物的生物能源将重新恢复其重要性。作为液体生物燃料来源，农业和森林作物在现代生物能源的生产中发挥着特殊作用。尽管今后一段时间内矿物燃料可能仍是占主导地位的能源来源，但在未来的几十年里，许多国家长期和逐步从矿物燃料向固体和液体生物燃料的部分转换是一个越来越有可能的情况。这些趋势会对森林产生影响吗？它们会导致未来森林的增加还是减少？

本出版物对这些问题进行了探讨，并更多地作为对知情决策讨论的一个贡献。它概括了在全球能源需求日益增长的背景下，林业面临的潜在机遇和影响。本文第二部分论述了全球能源供应和可再生能源状况的预期变化。第三部分讨论了生物能源的生产，第四部分分析了在未来数年中森林能源在全球能源消费方面可能作出的贡献。第五部分就生物能源消费量增加对森林的影响进行了研究，而第六部分则针对森林面临的机遇和威胁，概述了政策选择和建议。



Wulf Killmann

粮农组织林业部
林产品及工业司
司长

执行概要

迅速增加的能源消耗和温室气体排放以及对能源进口依赖性的关注都是促使未来几年全球能源的预期来源发生变化。预计发展中国家的能源消费增长速度最快，尤其是亚洲。能源供应增加的大部分预计将来自矿物燃料。虽然发展中国家人均消费量仍将低于工业化世界的水平，但到2010年其能源消费量预计将超过发达国家。

目前其他形式的能源受到高度重视，它们将作为减少矿物燃料消耗和限制温室气体排放的一种手段。包括木质能源在内的生物能源构成了目前来自“可再生”能源供应量的一大部分。尽管最近石油价格上涨，但仅靠市场来支持向可再生能源转变的重大调整是不大可能的，因此未来的消费将在很大程度上取决于政策措施。

几千年来，木质能源一直被用于烹饪和取暖。在世界上许多发展中国家，它仍然是主要的能源来源，而且非洲大部分地区薪材的总消费量仍在增加，其主要原因是人口增长。在其他发展中区域，收入提高和日益城市化，即两个导致更方便燃料用量增加的因素，使国家一级的消费量普遍下降。在工业化国家，特别是拥有大型木材加工业的国家，木质能源被用于家庭和工业用途，而且往往数量巨大。

在许多国家，利用高效技术产生的木质能源已经能够与矿物能源竞争，而且可以提供生物能源原料中一些最高级别的能源和碳效率。最值得注意的，是热电厂的总转换效率高达80%，木质颗粒燃料炉具有同样高的转换率。预计在中期内还将开发出从纤维素材料（包括木材）中获取具有商业竞争力的液体生物燃料的生产技术，尽管专利和特许权等相关费用可能会限制其发展。液体生物燃料目前主要是利用粮食作物进行生产，因此经济和碳效率通常较低。与此规则明显不同的是使用甘蔗生产乙醇。在巴西，生物乙醇的价格已经低于以石油为基础的运输燃料价格。

预计利用木材和其他纤维原料生产的第二代液体生物燃料，无论是在价格还是在碳排放量方面，也会具有同样的竞争力。第二代生物燃料生产已在示范植物中进行，预计将在未来十年中投入富有商业竞争性的生产。大多数研究预计，从多年生作物及木质和农业残留物中提取的第

二代液体生物燃料可以大大减少相对于石油燃料的生命周期温室气体排放量。如果技术方面的发展能够使其效率进一步提高，并至少像利用纤维材料而非粮食作物那样经济地生产液体生物燃料，其结果将是减少与粮食生产的竞争，同时增加能源效率并改善总的能源平衡。

在较长期来看，生物炼制业生产的一系列产品，从用木浆到运输燃料和专用化学品，都可能会变得更加普遍，特别是在拥有庞大木材加工产业、高效率的商业环境和行之有效的政策的国家。此外，由纤维材料生产的运输燃料亦有着向大型高利润市场出口的机会。由此产生的木材需求增长将有可能促使价格上涨，直到市场重新达到平衡。锯木和纸浆原木的价格以及木质板的价格很可能是受影响最严重的，而事实上，在一些市场中价格的影响已经显现出来。

鉴于第一代液体生物燃料的开发对土地的需求不断增加，全球森林面临的压力也会与日俱增。如果市场按照最近的趋势发展，森林的机会成本在很多情况下有可能过高，阻碍了向生物能源作物生产的转换。在森林保护和可持续管理措施无效或不力的地方，有可能导致森林被皆伐。在许多发展中国家，大量退化的土地也被建议作为扩大生物能源作物种植的潜在用地。然而，为了获得这些好处，扩大生物燃料的生产将需要伴之以明确和严格执行的土地使用规定，尤其是那些其热带森林面临转换为其他土地用途危险的国家。

市场的吸引力加上生物能源政策的支持已经导致清除森林，以种植油棕榈和其它作物，用于生产液体生物燃料。与气候变化相关的政策目标是不可能实现的，因为清地过程中释放的碳可能大大高于生物能源作物需要多年才可回收的数量。在泥炭地已被清理的地方，情况更为严重。在这方面，应当重视的一点是，如果生物质的生长超过了收获量，而且在生产、运输和处理过程中，二氧化碳排放量不超过生长中被回收的数量，那么生物能源才能被认为是可再生的。因土地转用于生物能源生产而导致的碳损失也应予以考虑。

木质能源对于未来能源生产的贡献程度很可能取决于：木质能源在实现与能源有关的近期政策目标方面的竞争力；木质能源系统的社会、经济和环境成本效益；为林业运作提供框架的政策和体制问题。任何生物能源战略的潜力还将受到当地情况的巨大影响，其中包括：供求地点、基础设施、气候和土壤、土地和劳力可供量以及社会和管理结构。

目前，当木质能源被作为木材加工业副产品来产生时，它的竞争力最强。鉴于其可供量、相对较低的价值而且接近生产现有林业作业地点

等特点，木材废弃物为生物能源生产提供了可能的最直接机会。来自砍伐和加工活动的废木通常构成了森林采伐总生物质的一半以上。

在天然林中，高达材积总量的70%可被用于能源生产。这种材料的大部分由树冠和其它采伐后留在森林中的废弃物构成。锯木场的木材废弃物是另外一种更容易获得的废料。

在一些国家，专门为能源生产而营造人工林的情况已越来越常见，而且具有多种最终用途的人工林可根据市场需求提供用于木质燃料和其他用途的原木。目前市场尚未看好的品种、森林被清除的地区和森林以外的树木提供了用于能源的额外潜在木材来源，它们不同于普遍销售的，并因此价格更高的林产品类别。

特别是在人力和财政资源有限的情况下，生物能源的开发首先要以现有生物质和验证的技术为基础，探索各种机会。将能源生产纳入工业化森林作业是降低风险的一个具有竞争性的方法，能够提高和改善森林管理。它还能加强能源安全，并有助于减缓气候变化，因此应被作为一个值得探索的优先领域。

为了确保有足够的耕地可供生产低价粮食，而且避免损失宝贵的栖息地，必须使生物能源战略与农业、林业、扶贫和农村发展战略紧密联系并结合起来。土地利用规划和监测以及有效的管理均可在防止出现已报告的一些社会和环境问题方面发挥重要作用。所有国家都将受益于更好的木质能源原料信息，包括从森林作业中回收的生物质和森林生物质贸易。

支持生物能源发展的政策和计划仍处于初级阶段。下列与林业相关的问题需要首先予以解决：

- 可持续利用木材资源，同时考虑法律和体制上的制约因素、森林所有权、数据获取、林业基础设施；
- 支持性法律法规和政策；将信息传播给森林所有者、企业家和其他参与者；
- 提高效率，方法包括强化对现有森林资源、森林采伐和加工废弃物、来自森林以外树木的木质生物质以及从消费者手中回收的木制品的利用；
- 长期扩大森林面积并提高森林资源的生产力，例如通过造林和遗传创新；
- 有可能利用边际和退化的土地来提供用于能源生产的生物质。

向发展中国家转让先进的木质能源技术对于实现气候变化相关目标是非常重要的。目前的情况使林业部门面临一个重大的机遇和挑战，需要在确保能源供应、减缓气候变化和支持可持续的经济和环境发展方面发挥新的作用。