

生物质燃料 用户手册

MANUAL FOR BIOFUEL USERS

[爱沙尼亚] 维鲁·瓦雷斯 (Villu Vares) 主编

王革华 原 鲲 译



化学工业出版社

· 北京 ·

译者序

生物质能一直是人类社会赖以生存的重要能源，它具有可再生和环境友好的双重特点，被认为是未来可持续能源系统的重要能源。生物质能可以转化为多种形态，如固体成型燃料、液体燃料和气体燃料，可以用来供热和发电以及交通运输。其中，固体成型和直接燃烧是生物质能的主要利用方式。

生物质能是我国农村地区的主要生活燃料，但目前基本上是采用直接在低效的炉灶中燃烧的应用方式，既造成了能源浪费，又影响农民生活环境和质量的改善。我国生物质能资源数量巨大，通过生物质能的现代化、优质化转化利用，实现农村生活燃料的变革，是实现农村生活燃料优质化、清洁化的主要途径之一，也是我国能源发展战略的重要组成部分。

我国关于生物质燃料的技术研发和推广正处于起步阶段。在这样的背景下，借鉴国际上已有的现代化管理和机械化操作经验，对于我国在该领域的快速发展具有重要推动作用。

译者欣喜地发现，爱沙尼亚塔林理工大学于2005年出版的《生物质燃料用户手册》详细介绍了生物质燃料和泥炭燃料的生产、储存、燃烧、烟气净化及灰渣处理等多方面的技术内容，阐述了如何对生物燃料供热系统进行规划和设计，并列举了波罗的海国家在生物质燃料锅炉站的建造和运行方面的丰富经验，对于我国发展生物质能源产业具有很强的借鉴意义。

感谢出版方和主编的支持，使本书得以翻译出版。波罗的海区域能源合作计划生物质能源2003~2005工作组组长Gudrun Knutsson女士还特意为本书中文版撰写了序，在此深表谢意。

由于译者水平有限，中译版中的不妥之处恳请读者批评指正。

译者

2007年4月9日

中文版序

中国对可再生能源正表现出强烈的、不断增长的兴趣，为此我感到非常高兴。本书总结了北欧国家将生物质燃料用于区域供暖的经验，并已经在波罗的海区域的其他国家出版发行。

以瑞典为例，除水电外，瑞典的可再生能源已经占到本国一次能源消费的20%。而在区域供暖部门，生物质燃料的份额高达50%以上。这些生物质燃料主要采用木屑和颗粒。生物质燃料有望在热电联供等领域得到更多的利用。

从20世纪70年代起，瑞典就开始了从化石燃料向生物质燃料转换的计划，大大降低了二氧化碳等温室气体的排放，而且由于减少了SO₂和NO_x排放，也改善了当地的环境。生物质燃料在中国的推广，不仅可以带来上述两方面的好处，而且可以作为《京都议定书》清洁发展机制项目来实施。

本书列出的案例中，主要的技术设备供应商来自瑞典、芬兰和丹麦，一些波罗的海国家的项目由北欧国家和波罗的海国家合作开展。

波罗的海区域能源合作计划生物质能源工作组希望本书中文版的发行有助于中国实现其能源多元化，并促成在该领域更紧密的国际合作。

波罗的海区域能源合作计划生物质能源 2003~2005 工作组组长

Gudrun Knutsson 女士

原文：

Greetings for the Chinese version of the Manual for Biofuel Users.

It a pleasure to note the strong and increasing interest in China in renewable fuels, in particular bioenergy. The present manual was elaborated based on the experiences of the installations of biofuel-fired boilers for district heating in the Scandinavian countries and then introduced in the other countries in the Baltic Sea Region.

As an example it can be noted that in Sweden renewable fuels, hydro power

excluded, constitute 20% of the total energy balance. In the district heating sector more than 50% is based on renewable fuels, mainly wood-pellets and wood chips. A further expansion is expected including in the form of combined heat and power.

In Sweden the fuel switching programme from fossil fuels to biofuels, which started in the mid 1970's has resulted in a considerable reduction of greenhouse gases, in particular CO₂, but also improved environmental conditions in the surrounding areas, through elimination of emissions of SO₂ and NO_x. Therefore biofuel installations in China replacing fossil fuel-based equipment will contribute to an improvement in both as regards the atmosphere and the surroundings and be subject to evaluations as climate projects in accordance with the Kyoto Protocol and its Clean Development Mechanism (CDM).

As can be seen from the examples in the Manual the main providers of technical equipment are Swedish, Finnish and Danish companies. In some cases the projects in the Baltic States have resulted in production co-operation between Nordic and Baltic countries.

It is the hope of the BASREC Bioenergy Working Group that the "Manual for Biofuel Users" will give a contribution to the efforts in China to diversify its energy production and also lead to a closer cooperation in this field between our countries.

Gudrun Knutsson

Chairman of the BASREC Bioenergy Working Group

序

波罗的海区域能源合作计划 (BASREC, Baltic Sea Region Energy Co-operation), 于 1999 年由丹麦、爱沙尼亚、芬兰、德国、冰岛、拉脱维亚、立陶宛、挪威、波兰、俄罗斯、瑞典和欧盟委员会的能源部长共同发起成立。

根据 2002 年 11 月在维尔纽斯召开的部长级会议的决定, 成立了波罗的海区域能源合作计划生物质能源 2003~2005 工作组, 并根据成员代表向部长级会议的提议, 制定了 2003~2005 年的工作计划。

工作组面临的关键问题是如何与市场建立有效的沟通。为此形成了四个方面的行动:

行动 1 能力建设;

行动 2 标准和市场规范;

行动 3 共同实施面向气候变化的生物质能源项目;

行动 4 研究和开发。

波罗的海区域拥有大量的森林资源, 在俄罗斯西北部尤其丰富。这些森林已经成为固体生物质燃料的主要来源。其他次要的来源包括可用于能源生产的农业废弃物。当然, 除了传统的提供块状木材进行燃烧利用外, 森林资源主要为木材工业、建筑材料以及纸浆工业提供原材料。近年来, 随着高效燃烧技术的开发, 人们更倾向于采用森林和木材加工废弃物进行燃料生产, 满足国内需求或者出口。十多年前, 波罗的海国家就成为向北欧以及其他欧洲国家提供木屑和木质颗粒燃料的主要供应者。俄罗斯也正在积极进入这个市场。除了出口创汇外, 生物质能源的利用不仅在环境影响和气候变化方面具有相当的优势, 而且可以给当地带来就业机会。

该区域的另一个特征在于, 已经形成了完善的区域采暖系统。在北欧国家, 相当一部分区域采暖采用生物质能源作为燃料。虽然俄罗斯、波罗的海国家和波兰还在大量使用化石燃料 (煤炭、重油和天然气) 用于采暖, 但随着化石燃料和电力的价格不断上涨, 人们对木屑及木质颗粒燃料采暖的兴趣正日渐浓厚, 并开始热衷于热电联产。

除了人们对生物质能源的兴趣逐渐上涨外, 在俄罗斯和波罗的海国家内还具有雄厚的人力资源优势, 拥有大批高素质的能源专家、学者和高水平的研究机构, 在木质燃料的生产和利用特点及理论方面都有很深厚的积累。当然, 目前在这方面的实际操作经验方面尚不够丰富。

在这样的背景下，行动 1 的目标和任务就在于开发一套针对生物质能源制能的操作手册，向政策制定者、供暖公司和生物质能源生产公司提供相关的操作经验，便于其在技术选择和建厂规模方面做出正确的判断。

这一任务被分派给爱沙尼亚塔林理工大学（Tallinn University of Technology），该大学在生物质能源方面具有雄厚的理论积累和丰富的操作经验。在本《手册》准备初期，将提供英语、俄语和爱沙尼亚语版本的手册。希望在将来本《手册》被翻译成更多的语言，并随着与当地经验的结合而得到进一步丰富和提高。

本《手册》的出版得到北欧部长理事会（Nordic Council of Ministers）的资助。

波罗的海区域能源合作计划生物质能源 2003~2005 工作组组长

Gudrun Knutsson 女士

目 录

1 引言	1
1.1 欧盟及波罗的海国家的能源政策简介	1
1.2 波罗的海国家中生物质和森林资源的利用	4
1.2.1 促进生物质的能源利用	6
1.2.2 区域的实践和经验	6
2 生物质燃料和泥炭的性质	11
2.1 木材燃料的种类	11
2.2 木材燃料的性质	12
2.2.1 化学组成、灰分、水分、干物质和挥发分	12
2.2.2 热值	14
2.2.3 灰渣熔融特性	16
2.2.4 燃料的体积和堆积密度	17
2.3 秸秆及其特性	17
2.4 泥炭的特性	19
2.5 固体燃料的质量确定和分类	21
2.5.1 固体生物质燃料的分类基础	21
2.5.2 燃料分类范例	23
2.5.3 泥炭燃料的分类	24
2.6 燃料采样和质量认定	24
3 固体生物质燃料的生产	25
3.1 生物质在森林中的分布、燃料生产中的技术和环境限制	25
3.1.1 树木生物质的分布	25
3.1.2 燃料生产的技术和环境限制	26
3.2 木材燃料生产技术和设备	27
3.2.1 整树木片	27
3.2.2 从砍伐废弃物中获得木片	28
3.2.3 木段和整树处理技术	35
3.3 木材燃料生产的机械和设备	37
3.3.1 木材砍削机和粉碎机	37
3.3.2 砍伐废弃物的打捆机	44

3.3.3	短切机	45
3.3.4	树枝砍伐收集工作头	48
3.4	储存条件对燃料质量的影响	48
3.5	成型燃料的生产	49
3.5.1	概述	49
3.5.2	压块	49
3.5.3	颗粒燃料	50
3.6	秸秆作为燃料的处理	52
3.7	泥炭燃料的生产	53
3.7.1	磨细泥炭	54
3.7.2	腐殖泥炭	55
3.7.3	成型泥炭燃料	56
4	生物质燃料和泥炭的燃烧技术	57
4.1	生物质燃料和泥炭的燃烧	57
4.1.1	燃料燃烧区域和阶段	58
4.1.2	燃料床的温度控制技术	59
4.1.3	热损失和燃烧效率	60
4.1.4	燃烧效率特性	60
4.2	燃烧技术	61
4.2.1	炉排炉	62
4.2.2	流化床锅炉	66
4.2.3	燃料气化	67
4.2.4	秸秆的燃烧	68
4.2.5	颗粒和固体燃料燃烧器	70
4.2.6	用于其他燃料的锅炉改造	70
4.2.7	小型锅炉	73
5	燃料的储存和传输	79
5.1	固体生物质燃料储存的基本要求	79
5.2	储存类型	80
5.3	燃料处理设备	82
6	降低生物质燃料利用系统的环境影响	88
6.1	固态和气态污染物	88
6.2	污染物排放限制标准	89
6.3	烟气中固态颗粒的捕捉	92
6.3.1	多重旋风除尘器	92
6.3.2	布袋除尘器	92
6.3.3	静电除尘器	93

6.3.4	烟气冷凝	94
6.4	灰分处理和利用	95
6.4.1	灰分处理	95
6.4.2	灰分利用	95
6.5	锅炉受热面除灰	97
7	生物质燃料供热系统的规划	98
7.1	确定热量需求	98
7.2	负荷持续曲线	100
7.3	锅炉选型	101
7.4	锅炉基础设施	101
7.5	燃料	102
7.6	燃料储存	103
7.7	生物质燃料项目的经济性评估和分析	104
7.7.1	区域供暖系统的收入和支出	104
7.7.2	投资回收分析	104
7.8	针对生物质燃料独立供暖的特殊考虑	105
8	生物质燃料锅炉站的建造和运行实例	107
8.1	一些统计资料	107
8.2	一些生物质燃料项目的成功实例	110
8.2.1	Türi 区的 Tehnika 锅炉站	112
8.2.2	Tartu 区的 Aardla 锅炉站	117
8.2.3	Võru 区的 Võorusoo 锅炉站	121
8.2.4	Viljandi 区的 Männimäe 锅炉站	124
8.2.5	Türi 区的 Vabriku 锅炉站	128
8.2.6	Kuressaare 锅炉站	130
8.2.7	Haapsalu 锅炉站	133
8.2.8	Keila 锅炉站	136
8.2.9	Paide 区的 Peetri 锅炉站	139
8.3	从爱沙尼亚的实践经验中得出的结论	142
8.3.1	锅炉负荷及单位热输出的燃料消耗	142
8.3.2	生物质燃料推广的风险	143
8.3.3	结论和建议	144
9	附录	146
9.1	单位	146
9.2	生物质和泥炭燃料的规格	146
9.3	常用数据	155
	参考文献	157

近年来,生物质燃料的利用量逐步扩大。现有的先进生物质燃料生产和燃烧技术可使所有的森林和木材加工废弃物得到有效利用。即使草本植物,也开始具有较大的利用量。

波罗的海国家在生物质燃料技术的开发和推广方面扮演了重要的角色。本《手册》着重向读者介绍这些国家中关于生物质燃料技术的实际操作经验。整个工艺链包括从森林或现场的燃料收集,直到烟气净化和灰渣利用的所有范围。本《手册》不仅介绍了生物质燃料,还介绍了泥炭的利用。

本《手册》适用于已经利用或者将要利用生物质燃料的读者。本《手册》的作者都是工程师,在考虑了技术的方方面面的同时,还致力于介绍一些关于生物质燃料项目的规划和筹备方面的材料。出于这个目的,本《手册》还包括了波罗的海国家和欧盟的一些能源政策,以及生物质燃料在其中的角色等方面的内容。

本《手册》的作者为:来自塔林理工大学(Tallinn University of Technology)的 Villu Vares, Ülo Kask, Tõnu Pihu 和 Sulev Soosaar; 来自爱沙尼亚大学生命学院(Estonian University of Life Sciences)的 Peeter Muiste。绘图工作由 Malle Rimmel 承担,计算机制图由 Tõnu Pihu 承担。

本《手册》由 Villu Vares 担任主编。

1.1 欧盟及波罗的海国家的能源政策简介

以下为欧盟的能源政策中,直接或间接与生物质燃料相关的内容综述。

欧盟最初将可再生能源纳入共同发展战略的决定体现在绿皮书{Green Paper [COM(96)576]}中。整个战略以及部署的目标在于:到2010年,将可再生能源的消费份额提高为1995年的2倍,达12%。这一目标相当激进,却不乏现实性,因为其仅仅为政治目标,没有法律效力。为实现这一目标,每个欧盟成员国都需要制定自身的战略。在战略设定中不可否认的事实是,1995年6%的可再生能源消费份额中,大型水电占了相当大的部分,而且发展得相对充分,未来的发展潜力非常有限。因此,只有扩大其他可再生能源的利用份额,才可能实现这一目标。

欧盟很快于1997年末出台了欧洲议会白皮书(White Paper)——《未来能源:

可再生能源》[COM (97) 599, 1997 年 11 月 26 日通过], 确定了欧盟可再生能源发展战略, 并发布了行动纲领。在白皮书的引言部分指出, 欧盟国家的能源分布不均, 但是丰富的可获得资源, 尤其在经济可行层面上的资源利用规模还非常小。

1995 年, 欧盟国家的能源进口依存度达到 50%。如果不扩大当地资源的利用, 到 2020 年, 这一数额将达到 70%。充分利用各个成员国的可再生能源可以降低对能源进口的依赖, 提高能源供应的安全性。另外, 可再生能源的利用有助于通过中小型企业的发展来创造就业机会, 从而推动地区发展。

根据当时的分布式能源供应技术发展水平, 生物质和小型水电、风力发电被认为是具有市场竞争力的方面。高额的初期投入被认为是可再生能源利用领域最大的发展制约之一。使用传统燃料的外部性成本——全生命周期影响——被全社会整体承担, 却未能体现在燃料价格中。这一事实成为开发利用可再生能源的巨大障碍。

一些财政激励手段可有效提高可再生资源的利用水平:

- 灵活地降低可再生能源的投资水平;
- 对第三方资助的可再生能源项目采取优惠的税收政策;
- 为可再生能源企业提供补贴;
- 为购买可再生能源设备和服务的用户提供经济激励;
- 建立绿色基金, 为私有银行资助的资本市场提供支持;
- 建立国家基金, 支持可再生能源发展;
- 提供软贷款。

对于固体生物质燃料, 可选的技术方案包括: 替代化石燃料或者进行混烧, 燃料的进一步加工(燃料颗粒、燃料压块)和推动森林和其他废弃物的扩大利用。这里, 生物质燃料的扩大利用和欧盟关于热电联产战略进行了关联。2010 年前, 大约 1/3 的新增生物质利用将用于热电联产。

农业也是实现可再生能源利用的关键来源。可再生能源利用可以反过来促进农村和农业发展。因此, 建议欧盟成员国重视农村地区的可再生能源利用:

- 将生物质燃料的利用纳入农村发展规划框架;
- 为创新的示范和推广项目提供支持, 例如基于太阳能、风能或者生物质能的热电联产项目。

从生物质能源发电的角度, 生物质利用是最有前途的方面。将生物质用于热电联产的行动目标在于: 在欧盟国家内, 推动和支持基于生物质的分布式电站。这涉及从数千瓦到数兆瓦的电站和设备, 以及根据当地情况可以选择的多种技术。行动框架中, 关于生物质的目标是: 生物质生产能力达到 10GW, 生物质供热量从 1995 年的 38Mtoe [toe 表示吨(石)油当量] 达到 2010 年的 75Mtoe。

2000 年, 欧盟发布了《欧洲能源供给安全战略绿皮书》^[1](简称《绿皮书》)。明确指出, 欧盟的所有传统能源的可获得性非常有限, 在满足能源需求方面的贡献无论从相对份额还是绝对供应量上都在下降。只有可再生能源具有潜在的规模供应

能力。因此，为了降低能源进口，必须采用技术密集的可再生能源路线。

《绿皮书》指出，欧盟的可再生能源具有提高能源供应安全的潜力，但是只有在切实政策的支持下，可再生能源才能作为未来中长期内可以灵活支配的资源。

该报告尖锐地指出，欧盟在推广可再生能源方面进展缓慢。欧盟自 1985 年以来定期设定的将可再生能源发电量翻番的目标未能实现。报告指出，虽然可再生能源发电量平均以每年 3% 的速度在增长，但是由于整体能源需求增长更快，目前可再生能源发电的份额尚不足 6%。当然，报告也指出了过去十年中，风力发电量增长了 2000% 的事实。

该报告指出，针对可再生能源利用的分析表明，目前占领可再生能源发电量 1/3 份额的大型水电，在未来的扩展机会为 0。从而得出结论，可再生能源发电量的增长将主要依赖生物质和生物质燃料的推广利用。

在提到阻碍可再生能源利用的因素时，报告指出，这些困难主要与现有的体制有关，即，目前的经济和社会系统建立在传统能源（煤炭、石油、天然气和核能）的中心式利用基础上。经济困难被认为是最主要的障碍，因为可再生能源的开发需要大额的初期投资。报告指出，在可再生能源达到经济可行性之前，必须采取长期的资助手段。

报告提出了补贴原则（principle of subsidiarity）的必要性，灵活地将中央、地区和当地的利益进行组合，为可再生能源利用打开门路。已经在成员国中采用的手段多种多样，包括研究资助或者一定的经济手段（低息贷款、保证准备金等），以及针对可再生能源利用和购买可再生电力的财政支持手段。

欧盟接下来出台了一系列欧盟指令，为可再生能源发电（2001/77/EC）和交通生物质燃料（2003/30/EC）都制定了发展目标。指令 2004/8/EC 鼓励推动热电联产，为生物质燃烧供热提供了间接支持。在指令 2002/91/EC 中，欧盟规定，对于整个楼层面积大于 1000m² 的新建筑，成员国必须保证在开工之前，已经从技术、环境和经济等角度考虑过采纳分布式可再生能源供应系统的可行性。

成员国于 2004 年 1 月 1 日采纳的指令 2003/96/EC，为生物质燃料的发展设定了新的税收法规。针对欧盟内部的能源产品和电力进行了税收调整，扩展了能源产品的纳税范围，从液体燃料扩大到固体燃料、天然气和电力。根据新的规定，煤炭和焦炭成为收税商品，而其他固体燃料则无需交税，包括木材和泥炭。新的温室气体排放许可贸易（指令 2003/87/EC）显示出进一步推动生物质燃料利用的苗头。

虽然人们对加强可再生能源利用倾注了很多关注，迄今生物质直接供热还没有得到特殊考虑。自 2001 年以来，很多人提议，参照可再生能源发电的指令文件，形成针对可再生能源供热（及制冷）的指令文件，但目前尚无这类文件出台。当然，在整个欧盟以及部分成员国内，可再生能源供热正变得更加可行，部分原因在于《京都议定书》关于降低温室气体排放的要求。除了降低对能源进口的依赖，实现能源可持续发展外，延缓气候变化成为欧盟采用可再生能源的主要驱动力。最近

的分析 [COM (2004) 366] 指出, 即使针对可再生能源发电和液体生物质燃料的目标得以实现, 到 2010 年可再生能源的利用份额也只有 10%, 而不是设定的 12%。当然, 如果按照现有的发展趋势, 10% 的份额也不一定能够实现。

1.2 波罗的海国家中生物质和森林资源的利用

根据欧洲统计局 (Eurostat) 提供的资料 (表 1.1, 也可参考图 1.1 及表 1.2、图 1.2), 2002 年可再生能源在欧盟 25 个国家的能源消费中占 5.7%。生物质的消

表 1.1 能源消费总量及可再生能源和生物质消费量 (2002)^[2]

国家及简写	一次能源消 费总量	可再生能源 消费量	生物质 消费量	可再生能源在 一次能源消 费中的份额	生物质在一 次能源消费 中的份额	生物质在可 再生能源 中的份额
	/Mtoe			比例		
扩大的欧盟, EU 25	1676.9	94.9	62.1	5.7%	3.7%	65.4%
老欧盟国家, EU15	1475.4	85.3	53.9	5.8%	3.7%	63.2%
丹麦, DK	19.8	2.5	2.0	12.5%	10.3%	82.5%
德国, DE	343.7	10.6	7.1	3.1%	2.1%	66.9%
爱沙尼亚, EE	5.0	0.5	0.5	10.5%	10.5%	99.9%
拉脱维亚, LV	4.2	1.5	1.3	35.3%	30.3%	85.8%
立陶宛, LT	8.7	0.7	0.7	7.9%	7.6%	95.6%
波兰, PL	88.8	4.2	4.0	4.7%	4.5%	95.0%
芬兰, FI	35.1	7.8	6.9	22.2%	19.6%	88.1%
瑞典, SE	51.5	14.1	8.3	27.3%	16.1%	58.8%
新欧盟国家, EU 10	201.5	9.7	8.2	4.8%	4.1%	84.8%

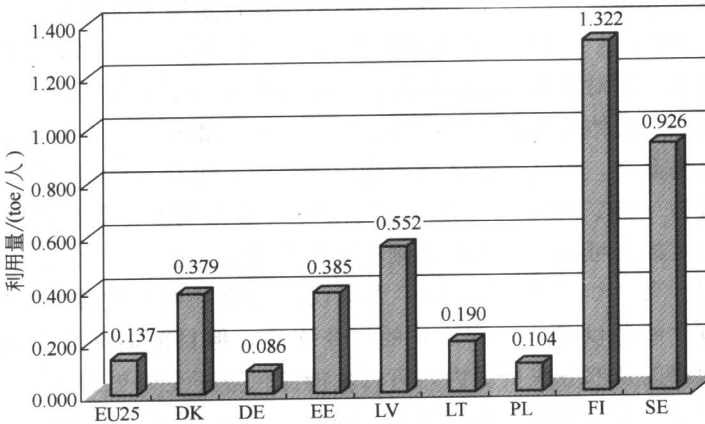


图 1.1 2002 年生物质作为能源的利用量

表 1.2 欧盟国家森林及其他林地面积^[3,4]

国 家	森林面积	其他林地面积	总量	原木产量 (2002)	林区原木产量
	/×1000ha			/×1000m ³	/(m ³ /ha)
扩大的欧盟, EU 25	137060	23211	160271	350263	2.56
老欧盟国家, EU15	113567	22673	136204	264386	2.33
丹麦, DK	445	93	538	1446	3.25
德国, DE	10740	—	10740	42380	3.95
爱沙尼亚, EE	2016	146	2162	10500	5.21
拉脱维亚, LV	2884	471	3355	13467	4.67
立陶宛, LT	1978	72	2050	6300	3.19
波兰, PL	8942	—	8942	27170	3.04
芬兰, FI	21883	885	22768	53011	2.42
瑞典, SE	27264	2995	30259	67500	2.48
挪威, NOR ^[5]	7000	5000	12000	8649	1.23
新欧盟国家, EU10	23493	574	24067	85877	3.66

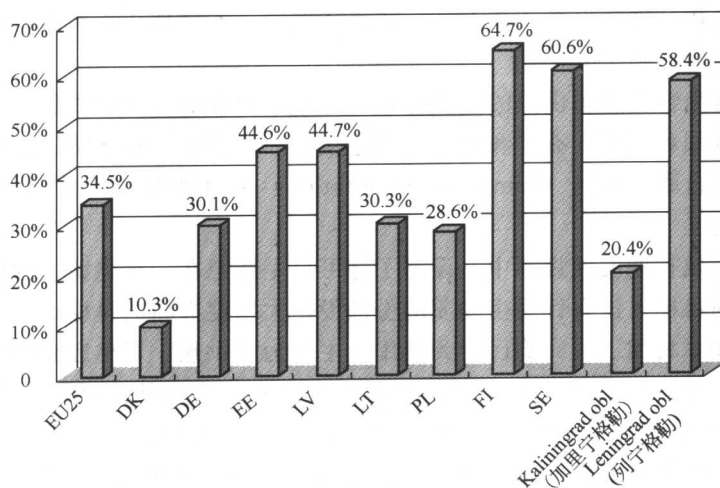


图 1.2 2002 年各国（地区）森林覆盖率（占全部领土的百分比）

费几乎占据了整个可再生能源消费的 2/3 (65.4%，或者整个能源消费的 3.7%)。除了德国的生物质能源消费低于欧盟平均水平（只有 2.1%）外，所有的波罗的海国家中，生物质能源消费的份额都高于欧盟平均水平。芬兰和瑞典在历史上就大量依赖生物质。芬兰的生物质能源消费占总消费的 19.6%，几乎一半的采暖来自木材燃料。瑞典的生物质能源消费占总消费的 16.1%。在拉脱维亚，这一份额最高，达到 30.3%。

1.2.1 促进生物质的能源利用

欧盟内部采用了多种措施促进对生物质的利用。各个国家根据自己的技术基础设施、资源状况、产业传统、地理位置、气候条件以及政治愿望，制定了不同的政策。主要包括：

- 基于市场机制的法规；
- 税收减免；
- 补贴和资助；
- 专门的融资计划。

市场法规一般只针对可再生能源发电，而税收系统则对生物质的利用产生影响。通常在区别对待燃料税收的场合，只针对化石燃料要求交税，或者为生物质燃料提供税收减免。有些国家针对生物质燃料的投资提供税收（所得税或增值税）免除。补贴和资助一般用于鼓励人们少用化石燃料，多用生物质。而特定的经济手段主要指软贷款（低息或者无息贷款）。

1.2.2 区域的实践和经验

• 爱沙尼亚

2002年，生物质消费占爱沙尼亚可再生能源总消费的99%以上，17.2%的供热燃料来自木材。大约80%的木材被住宅和商业部门所利用。大约20%的木材燃料用于区域供热，这一份额正在上升。在商业部门，木材是900台锅炉的燃料，这些锅炉的总出力达到798MW。

没有针对生物质燃料供热的直接补贴。一些锅炉改烧木材的项目在国际双边项目框架下（例如和瑞典、芬兰和丹麦的双边项目）得到了一些补贴。最近，这方面的主要支持来自联合履约（Joint Implementation）以及欧盟结构基金（EU Structural Funds）。

在能源领域长期发展规划中，设定了将可再生能源在一次能源中的份额提升到13%~15%的目标。没有针对生物质的份额设定大幅度提高的目标，因为目前大多数燃料木材和木材加工废弃物已得到利用，主要为了供热。森林废弃物的利用可能会得到增加。每年从爱沙尼亚出口的木屑达到500t，主要用来造纸。每年生产的压块燃料和颗粒燃料达到21万吨/年，其中的83%用于出口。

爱沙尼亚的泥炭资源非常丰富——17亿吨，其中可采储量7.75亿吨，每年的允许开采量设定为278万吨。2003年共开采100万吨泥炭，其中36.2万吨用于取暖，包括24.8万吨的磨细泥炭（milled peat）和11.4万吨的腐殖泥炭（sod peat）。磨细泥炭的27%，腐殖泥炭的98%被用于区域供暖。该年还生产了12万吨的泥炭压块（peat briquettes），其中84%用于出口。

• 立陶宛

生物质的消费在一次能源中的份额相对较低——7.6%。每年的木材燃料利用量达到340万立方米，大多数（70%）被用作住宅燃料，只有12%~15%用于区

域供暖。采用木材燃料的锅炉总出力超过了 250MW。自 1994 年起,开始生产木屑,作为较大(大于 1MW)锅炉的燃料。颗粒燃料和压块燃料的年产量分别为 2 万吨和 10 万吨。立陶宛的泥炭资源不是很丰富(1.17 亿吨)。每年的泥炭产量大约为 20 万~40 万吨,包括 4.6 万~8.5 万吨的腐殖泥炭。2003 年,4.9 万吨磨细泥炭和 1.8 万吨腐殖泥炭作为能源而得到利用。泥炭颗粒的产量为 1 万~1.5 万吨/年。设定的可再生能源发展目标为:到 2010 年,在一次能源中的比例占到 12%。根据现有规划,要达到上述目标,需要在 2010 年增加 1/5 木材燃料消费,并在 2020 年前将所有可利用的生物质用作燃料。

• 拉脱维亚

拉脱维亚由于资源贫乏,每年的一次能源中 65%~70%依赖进口。因此,发展可再生能源可以保障供应安全,降低进口依赖。在一次能源消费中,木材燃料的份额很高(27%~28%)。大部分生物质(56.1%)被家庭所利用。从发电的角度,生物质和风力发电得到了重视。而 1997~2001 年间,用于取暖的生物质份额每年以 6%的速度下降。已经开始生产木质颗粒燃料,产量达到 10 万吨/年。

拉脱维亚具有丰富的泥炭资源——泥炭沼(peat bog)面积占到国土面积的 10%,泥炭保有量达到 15 亿吨。近年来每年的开采量达到 50 万吨,但是在一次能源中的比例还只有 1.5%~2.5%。

• 波兰

一次能源消费中 5%来自可再生能源,生物质在可再生能源中的份额达到 95%(2002 年)。大约有 30%的波兰国土被森林覆盖,这一份额将随着荒地还林而进一步增大。木材燃料占整个生物质利用的 85%,用于生产固体和液体燃料以及沼气,总量达到 104.2TJ。据估计,全国 200 个区域采暖锅炉和 110 个小型(小于 500kW)锅炉以木材废弃物为燃料。超过 60%的生物质被家庭利用。最近开始生产木屑颗粒燃料,生产能力超过 15 万吨/年。一些基金会为可再生能源项目提供过资助。在 2000 年出台的能源发展规划中设定的发展目标是:2010 年,将可再生能源在一次能源中的份额提高到 7.5%;到 2020 年进一步提高到 14%。

• 瑞典

大约 16%的一次能源来自生物质。瑞典(和芬兰)在木材燃料使用方面历史悠久。在瑞典,政府鼓励生物质(以及其他可再生能源)的利用。瑞典在燃料和能源方面的高税收水平世所共知。这些税收的设置,初期目标是为了提高能源效率,推动可再生能源利用,最近的侧重点在于环境保护。除了燃料税外,还有能源税、二氧化碳税和硫排放税等。例如,针对燃料中的碳含量设置的税率为 95~126 欧元/t 二氧化碳。生物质燃料未被征收二氧化碳税,只针对泥炭征收硫排放税。

生物质在可再生能源中的比例占到 60%,主要用于区域采暖的热电联产锅炉站。用于区域采暖的木材燃料呈现增长的趋势——在 20 世纪 90 年代用量增长了 4

倍（从1990年的13PJ增长到2001年的65PJ）。2002年木材成为区域采暖的最主要燃料（28%）。当然，大约60%的生物质用来直接产热，即：未通过区域供暖系统。在瑞典，大约有40万家庭采用木材取暖。

木屑颗粒燃料的生产和利用发展迅速。超过30个木屑颗粒燃料生产厂家：生产总能力达到120万吨/年，每年产量达到80万吨。木屑颗粒燃料的消费量快速增长：2004年消费增长了大约10万吨，总量达到125万吨，其中的31万吨来自进口。这些木屑颗粒燃料具有广泛的用途：小型家庭作坊（44.3万吨），普通规模的区域供暖锅炉（15.1万吨，2004年增长了20%），以及一个大型热电联产厂（65.6万吨）。

瑞典的泥炭储量丰富，并成功用于能源产业。2002年，共开采了290万吨泥炭，包括130万吨腐殖泥炭和160万吨磨细泥炭。泥炭在区域供暖方面的消费份额为6.5%。

• 德国

生物质在一次能源中的份额很低，只有2.1%。主要是木材、木材废弃物和沼气，其中57.1%被用于家庭。1997~2001年间，生物质供热量以每年6.3%的速度增长。近年来开始使用进口木材颗粒燃料，目前的用量还很小。自1999年起，政府开始为供暖生物质的使用提供补贴。据预测，2010年德国生物质在一次能源中的份额将达到3%。

• 芬兰

生物质在芬兰得到广泛应用。直到20世纪90年代，木材在区域采暖中的份额还很少，过去十年中则成倍增长。在热电联产厂的消费增长最为显著，这些厂家目前消费大约30%的生物质。在发电领域，芬兰的生物质利用份额达到10%，位居欧盟首位。总体而言，该国20%的一次能源来自生物质。2003年，国产的木材燃料消费达到5.1Mtoe，其中包括大约一半的黑液（47%），21.6%的燃料木材以及31.4%的木材废弃物。另外还有1.7Mtoe的木材燃料进口，主要来自俄罗斯、爱沙尼亚和拉脱维亚。造纸工业是生物质的消耗大户，只有15%的生物质被家庭所用。

1998年开始生产木材颗粒燃料。目前已经有十多家生产商，总能力达到24万吨/年。2003年的产量达到17.3万吨，其中77%（13.4万吨）用于出口（主要到瑞典和丹麦）。芬兰国内消化的3.9万吨颗粒燃料中，37%（1.43万吨）用于小于25kW的锅炉。据预测，目前有超过3000个家庭使用颗粒燃料，这一数字还在快速增长。生产木块燃料的厂家有数十家，2003年的总产量为3.5万吨，主要供国内使用。

国家能源政策和当地政府的鼓励态度促进了生物质的迅速发展。芬兰是最早采用二氧化碳税的国家，早在1990年就根据燃料中的碳含量设定了税率，这也促进了生物质燃料的广泛应用。目前关于化石燃料的二氧化碳税达到18.1欧元/吨二氧