



国际能源署

能源统计手册



国际能源署

国际能源署 (IEA) 是一家旨在实施国际能源计划的自治机构。它于 1974 年 11 月在经济合作与发展组织 (OECD) 的框架下成立。

它在 OECD 的 26 个*成员国 (OECD 的成员国共有 30 个) 之间开展全面的能源合作计划。IEA 的基本宗旨包括:

- 维护和改进旨在应对石油供应中断问题的系统。
- 通过与非成员国、工业组织和国际组织建立合作关系, 在全球背景下倡导合理的能源政策。
- 运营一个关于国际石油市场的长期信息系统。
- 通过发展替代性能源和提高能源的使用效率, 改善全球能源供需结构。
- 帮助实现环保政策和能源政策的整合。

IEA 成员国包括: 澳大利亚、奥地利、比利时、加拿大、捷克共和国、丹麦、芬兰、法国、德国、希腊、匈牙利、爱尔兰、意大利、日本、韩国、卢森堡、荷兰、新西兰、挪威、葡萄牙、西班牙、瑞典、瑞士、土耳其、英国、美国。斯洛伐克共和国与波兰预计将在 2007/2008 年成为成员国。欧洲委员会也将参与 IEA 的工作。

经济合作与发展组织

OECD 是一个独具特色的论坛, 三十个国家借助这个平台共同致力于解决全球化所带来的经济、

社会与环境挑战的论坛。OECD 还是以下领域的前沿领军者: 了解和帮助政府应对新的发展机会与问题, 例如公司管理、信息经济与人口老龄化带来的挑战。OECD 提供了一个良好的平台, 使各国政府可以比较政策经验, 探寻如何解决共同面临的问题, 确定好的实践方法, 以及协调国内和国际政策。

OECD 成员国包括: 澳大利亚、奥地利、比利时、加拿大、捷克共和国、丹麦、芬兰、法国、德国、希腊、匈牙利、冰岛、爱尔兰、意大利、日本、韩国、卢森堡、墨西哥、荷兰、新西兰、挪威、波兰、葡萄牙、斯洛伐克共和国、西班牙、瑞典、瑞士、土耳其、英国和美国。此外, 欧洲委员会也参与 OECD 的工作。

欧洲共同体统计局 (EUROSTAT, L - 2920 Luxembourg)

Eurostat 是欧洲共同体统计局 (Statistical Office of the European Communities) 的简称。其任务是欧盟提供全欧洲层面的统计信息, 以便对不同国家和地区进行比较。Eurostat 负责汇总和协调由成员国收集的数据。为了保证这些海量数据可以得到广泛运用, 并且帮助每个用户正确使用信息, Eurostat 制订了一个出版和服务计划。该计划明确区分了普通用户和专业用户的需求, 并且为这些不同人群准备了特定的信息汇集资料。新闻稿、焦点统计信息、欧盟概观、袖珍手册以及目录等汇集资料面向普通用户。它们以分析、表格、图表和图形形式直观地显示了重要信息。而方法与术语以及详细信息表等汇集资料则适合那些准备投入较长时间进行分析并且需要使用详尽信息和统计表的专业人员。作为这项新计划的一部分, Eurostat 推出了自己的网站。其中包括与欧洲共同体统计局的产品和服务、新闻稿、目录、在线出版物和欧元区指标有关的广泛在线信息。

© OECD/IEA, 2007

国际能源署 (IEA)

沟通与信息办公室总部

9 rue de la Fédération, 75739 Paris Cedex 15, France.

请注意, 本出版物需
受到限制其使用与分发的特定约束的制约。
访问以下网址可以在线获取具体条款与条件
<http://www.iea.org/Textbase/about/copyright.asp>

前言

详细、完整、及时和可靠的统计信息对于监控国家或国际范围内的能源状况至关重要。关于能源供应、贸易、库存、加工转化和需求的统计信息正是任何合理能源决策的基础。

例如，对于石油这一全球贸易规模最大的商品而言，只有对石油市场进行密切监控，才能让所有的市场主体随时了解正在生产、交易、储备以及消费的产品以及是谁在进行这些活动。

鉴于能源在世界发展中的角色和重要性，人们希望能随时获得可靠的基本能源信息。但情况未必尽如人意，近几年来，甚至可以观察到能源统计信息的质量、覆盖范围和时效性呈现出下滑趋势。

能源统计信息质量的下降有多方面原因，其中包括市场自由化、额外的数据请求、预算缩减和专业水准有所降低。例如，能源市场的自由化对统计信息具有双重影响。首先，统计工作者过去从一个国家公用事业公司即可获取关于某种燃料（天然气或电力）的详细信息，但现在，他们必须调查数十个甚至数百家公司才能获得某个部门的综合情况。其次，市场竞争的加剧通常会导致保密问题，这也增加了收集基本信息的难度。

近年来，能源统计机构还根据请求提供一些额外的数据。这包括从可再生能源统计到能效指标以及温室气体排放数据在内的一系列大范围的信息。一方面是骤然增加的工作量，另一方面是许多国家的统计机构正面临人员缩编的形势。有时这种缩编力度非常大，甚至会有半数的员工被缩减。

因此，对于当前数据质量、覆盖范围和时效性下降的问题，至今没有行之有效的对策。但有一点是毋庸置疑的，即统计信息和统计工作者应该完全融入到整个国家的能源决策过程中。

鉴于一个健全的能源信息系统所能起到的重要作用，国际能源机构启动了一项旨在扭转当前趋势的行动计划。该计划通过开发相关的工具来促进统计信息的准备和交付，并提高其可靠性，从而改善各国的能源统计状况。

当前最紧要的工作正是加强能源统计工作者的专业知识和经验，以及重建组织记忆。这正是国际能源机构与欧洲共同体统计局（Eurostat）合作编写本能源统计手册的原因。借助本手册，能源统计领域的新人将更好地掌握相关的定义、单位制与方法。

当前的手册可供各国的能源统计工作者和分析人员使用。为了帮助人们填写由 IEA/OECD、Eurostat 和 UNECE 联合发起的调查问卷，该手册

的一些地方也涉及到这些问卷。此外，作为补充，我们即将推出一本更为全面的能源统计指南。这应当被视为向全球能源统计的协调化迈出的第一步。

在能源部长的日程上，提高能源统计的透明性极为紧迫。而这需要从透明、可靠的数据开始做起。我们真诚希望本手册有助于增强对定义的理解、便于对单位制和换算系数的使用、澄清对统计方法的误解并最终增进能源统计的透明程度。

Claude Mandil

执行董事

鸣谢

本手册由国际能源署（IEA）能源统计司（ESD）与欧洲共同体统计局（Eurostat）联合编写。

本手册由 IEA 能源统计司司长 Jean-Yves Garnier 设计并管理。其他负责编撰本手册的 ESD 成员包括：Larry Metzroth（煤、电力、可再生能源）、Mieke Reece（石油和天然气）、Karen Tréanton（基础知识和能源平衡表）、Jason Elliott、Bruno Castellano、Cintia Gavay、Vladimir Kubecek、Jan Kuchta 和 Olivier Lavagne d' Ortigue。来自 Eurostat 的 Peter Tavoularidis、Nikolaos Roubanis 和 Pekka Loesoenen 也对本手册的筹备工作提供了帮助。

顾问 Tim Simmons 的工作使本手册受益匪浅，他利用自己的专长和经验编写了综合性的纲要。

同时感谢中国国家统计局工交司陶全(Tao Quan)、朱虹(Zhu Hong)为中文版的能源手册进行的校对工作。IEA的辛顿先生（Jonathan Sinton）承担了协调工作；陈小宝先生（Michael Chen）也提供了帮助。

特别鸣谢以下人员：Sharon Burghgraeve，她极具耐心，在格式处理方面付出了巨大努力；Bertrand Sadin 为本手册准备了精美的图形和示意图；Corinne Hayworth 为本手册的总体布局作出了贡献，并使一本技术性手册变得相当引人入胜；以及 Viviane Consoli，她以自己犀利的眼光完成了最终的定稿工作。

目录

前言	3
鸣谢	5
简介	13

1 基础知识 17

1. 简介	17
2. “燃料”与“能源”的含义是什么？	17
3. 什么是一次和二次能源产品？	18
4. 化石燃料和可再生能源的形式	18
5. 量和热值的测量方式	19
6. 总热值和净热值的差异	20
7. 什么是“产品流”？	20
8. 在能源统计中主要考虑哪些产品流？	22
9. 能源数据如何呈现？	30

2 电力与热能 39

1. 什么是电力与热能？	39
2. 哪些是用于表示电力与热能的单位？	41
3. 如何从体积和质量换算到能量？	42
4. 电力与热能流	42
5. 电力与热能供应	45
6. 电力与热能消费	50
7. 电力与热能联合调查问卷的附加要求	52

3 天然气 55

1. 什么是天然气？	55
2. 哪些是用于表示天然气的单位？	56
3. 如何从体积换算到能量？	57
4. 天然气流	58
5. 天然气供应	60
6. 天然气消费	64
7. 天然气联合调查问卷的附加要求	68

4 石油 69

1. 什么是石油? 69
2. 哪些是用于表示石油的单位? 71
3. 如何从体积换算到质量? 72
4. 石油流 73
5. 石油供应 75
6. 石油消费 85
7. 石油联合调查问卷的附加要求 90

5 固体化石燃料和人造煤气 91

1. 什么是固体化石燃料和人造煤气? 91
2. 哪些是用于表示固体化石燃料和人造煤气的单位? 93
3. 如何从质量和体积换算到能量? 94
4. 煤炭流 96
5. 煤炭供应 98
6. 煤炭消费 101
7. 煤炭联合调查问卷的附加要求 107

6 可再生能源与废弃物 113

1. 什么是可再生能源与废弃物? 113
2. 哪些是用于表示可再生能源与废弃物的单位? 115
3. 如何从体积和质量换算到能量 116
4. 可再生能源与废弃物流 117
5. 可再生能源与废弃物供应 120
6. 可再生能源与废弃物消费 125
7. 可再生能源与废弃物联合调查问卷的附加要求 129

7 能源平衡表 133

1. 为什么要制定平衡表? 133
2. 产品平衡表 133
3. 能源平衡表 134
4. Eurostat 和 IEA 的能源平衡表之间的差异 137

附录 143

附录 1： 燃料转换和能源生产过程 143

1. 电力与热能的产生 143
2. 石油产品的制造 152
3. 煤炭衍生燃料的制造 154
4. 天然气 159

附录 2： 燃料特性 163

1. 固体化石燃料和衍生气体 163
2. 原油和产品 165
3. 天然气 169
4. 生物燃料 169

附录 3： 单位制与换算当量 173

1. 简介 173
2. 单位及其相互关系 173
3. 十进制前缀 173
4. 换算当量 174
5. 典型热值 176

术语表 179

1. 燃料定义 179
2. 缩略语表 186

插图目录.....

图 1.1	能源产品术语	18
图 1.2	主要产品流	21
图 1.3	产品平衡表的结构	30
图 1.4	供应来源	31
图 1.5	工业	33
图 1.6	其他部门	34
图 1.7	Eurostat 和 IEA 天然气平衡表格式比较	36
图 1.8	Eurostat 和 IEA 粗柴油/柴油平衡表格式比较	37
图 2.1	电力流程简图	43
图 2.2	热能流程简图	43
图 2.3	电力与热能问卷中的表格关系	45
图 2.4	热电联产单位的燃料输入及 电/热产出之间的关系简图	48
图 3.1	天然气流程简图	58
图 3.2	天然气问卷中的表格关系	59
图 3.3	天然气生产的流程简图	61
图 4.1	石油流程简图	73
图 4.2	石油调查问卷中的表格关系	74
图 4.3	原油、天然气凝析液、炼厂原料、 添加剂和其他碳氢化合物的供应	76
图 4.4	本土生产流程简图	77
图 4.5	成品供应	79
图 4.6	向石化部门交付的产品	81
图 4.7	石油消费（按部门）	85
图 5.1	煤炭流程简图	96
图 5.2	煤炭调查问卷中的表格关系	97
图 5.3	煤炭转换示意图	103
图 5.4	卡路里值	107
图 6.1	可再生能源与废弃物共分三组	114
图 6.2	可再生能源与废弃物的流程简图	118
图 6.3	可再生能源与废弃物问卷中的表格关系	119
图 6.4	第 I 组可再生能源与废弃物的流程简图	121
图 6.5	第 II 组可再生能源与废弃物的流程简图	121
图 6.6	第 III 组可再生能源与废弃物的流程简图	121
图 6.7	各个部门的可再生能源与废弃物消费	125

图 7.1	能源平衡表的结构	134
图 A1.1	背压发电厂	146
图 A1.2	抽汽凝汽蒸汽轮机	147
图 A1.3	热回收燃气轮机	149
图 A1.4	往复式内燃机	150
图 A1.5	联产中的气/汽组合循环	151
图 A1.6	典型炼厂的运作	153
图 A1.7	焦炉的典型质量产出	155
图 A1.8	高炉的主要功能部件	158
图 A2.1	薪材的热值	170

表格目录.....

表 3.1	如何计算进口天然气的平均热值	57
表 4.1	一次石油和二次石油	70
表 4.2	从体积换算为质量 - 示例	73
表 5.1	原煤产品和衍生煤产品	92
表 5.2	总热值和净热值的差异	94
表 7.1	Eurostat 的 1999 年西班牙能源平衡表	138
表 7.2	IEA 的 1999 年西班牙能源平衡表	140
表 A2.1	煤炭的大致组成	163
表 A2.2	固体原煤产品和衍生煤产品	165
表 A2.3	一次石油和二次石油产品	167
表 A3.1	最常用的倍数和分数词头	173
表 A3.2	体积单位之间的换算当量	174
表 A3.3	质量单位之间的换算当量	175
表 A3.4	能量单位之间的换算当量	175
表 A3.5	各种硬煤的热值范围	176
表 A3.6	各种焦炭的热值	176
表 A3.7	煤衍生气体的典型热值	176
表 A3.8	部分石油产品的典型热值	177
表 A3.9	从质量或体积到热量的换算系数 (总热值)	177
表 A3.10	标准立方米 (Scm) 与正常立方米 (Ncm) 之间的换算当量	178
表 A3.11	LNG 单位和天然气单位之间的换算当量	178
表 A3.12	天然气的总热值与净热值	178

1 背景

对于促进人类进步、经济发展和社会安定，能源一直扮演着重要的角色。举例来说，从远古时代起，人们就开始使用薪材生火；在最古老的文明中，人们就懂得利用风力漂洋过海。

当时的木材资源富足，并且完全免费。人们以小部落群居生活，只有在出现了村庄和小城市后，薪材才成为一种商品。随着城市规模的扩张，对能源的需求愈加强烈。由于森林逐渐被过度砍伐，某些地区明显出现了木材短缺现象。这就使得对木材的供需情况进行监控必不可少。

风力的情况则有所不同，目前帆船仍在免费使用风力。在风力磨坊中，磨坊主也仍在免费使用风能碾压谷物。第一台风力涡轮机的诞生，促使各个公司开始衡量风力的产出，即风力所产生的电能，而不是风能本身。

如果没有燃料燃烧所产生的热能和电能，人类的经济活动将受到相当大的限制和约束。现代社会在工业、服务业、家庭和交通运输方面的能源用量正越来越高。对石油而言尤其如此。石油已成为一种交易规模最大的商品，它的价格在某种程度上直接关系到经济增长。

然而，不论是石油还是其他任何化石燃料（如煤、天然气）都并非用之不竭的资源。这种需求增长和资源枯竭的现状要求对能源形势进行密切的监控。需要深入了解能源供需状况的其他原因还包括：能源依赖性、安全与效率以及对环境的关注。

难以理解的是，几乎所有事情都在同一时刻发生：越来越多的能源正在生产、交易、转换和消费；能源依赖性日益增强；温室气体排放被列为国际间的重要议题；而要及时、可靠地获得许多国家的能源状况信息也越来越困难。

为了对能源形势有明确的了解，必须要在生产和消费链的不同环节获取详尽可靠的数据。这涉及到适当的报告机制、合理的检查程序和充足的资源（换句话说，即成熟而稳定的能源统计系统）。然而，能源市场的自由化、对统计工作者新的数据要求、预算缩减以及缺乏经验丰富的员工，都危害了某些统计系统的稳定性乃至统计数据的可靠性。

这种趋势需要迫切扭转。政策制定者必须意识到情况的严重性及其对决策过程的影响。用户在使用数据时也需要清楚某些质量问题。而统计工

作者则需要全力维护并强化统计系统，使它们适应迅速变化的能源环境。

因此，我们的前路还很漫长。我们面临的紧要任务之一，是提高基层能源统计人员的专业水平，从而使各种定义和方法得到更好地运用。这正是国际能源机构与欧洲共同体统计局（Eurostat）决定编写本能源统计手册的主旨。

本手册的目标并不是回答与能源统计有关的所有问题，而是希望为能源统计新手提供入门知识。

2 本手册的总体思路

从力求简洁的原则出发，本手册采用了问答式的编写形式。各个讨论点都是以基本问题作为开篇，例如：“燃料”与“能源”的含义是什么？哪些是用于表示石油的单位？能源数据如何呈现？

随后是通俗易懂的答案，并且穿插了图形、图表和表格。在附录中可以找到技术性更强的解释。

本手册分为 7 章：第 1 章介绍了能源统计的基础知识，此后的 5 章分别涉及 5 种不同燃料（电力和热能；天然气；石油；固体燃料和人造煤气；可再生能源与废弃物），最后一章则阐述了能源平衡表。此外还包括 3 章技术性附录和 1 章术语表。

而在专门介绍燃料的 5 章中，有 3 个阅读层面：第 1 个层面包含该主题的一般信息；第 2 个层面审视了 IEA/OECD、Eurostat、UNECE 联合调查问卷中的特定问题；而第 3 个层面则落脚于该主题的基本要素。

3 本手册与 IEA/OECD-Eurostat-UNECE 联合调查问卷的配合使用

IEA、Eurostat 和联合国欧洲经济委员会每年都使用一套联合调查问卷（共 5 份，分为石油、煤炭、燃气、电力和可再生能源）来收集年度统计数据。这些问卷基于统一的定义、单位制和方法。

成员国每年都会收到包含定义、解释和表格在内的一套问卷。但为了减轻负责填写问卷的统计人员的负担，其中的文字非常有限。

因此，本手册可视为这些问卷的有益补充，因为它提供了背景信息和与某些难点问题相关的深入知识。

4 本手册的一般性用途

尽管本手册中有些地方涉及到 IEA/OECD、Eurostat 和 UNECE 的联合调查问卷，但这并不妨碍各国的统计工作者和能源分析人员对本手册的使用。

手册中的大部分内容都围绕常规的能源统计概念而展开，与任何特定问卷的形式和内容无关。归根结底，电力在世界各地都毫无二致。因此，与之相关的内容（如“电厂”或“传输损耗”）以及相关单位（如“兆瓦时”和“千兆瓦时”），也具有通用性。

国际能源机构与 Eurostat 希望本手册能够帮助人们更透彻地理解能源统计的基本知识。我们还希望通过这种对统计工作的透彻理解来提高统计工作的专业性，从而改善能源统计状况。

我们知道本手册无法为所有问题提供答案。因此，欢迎您提出宝贵建议和意见，以便我们在将来的版本中进一步改进内容，并通过解决一些最普遍的问题来进一步完善本手册。请通过下述电子邮件地址将建议和意见发送给国际能源机构：stats@iea.org。

基础知识



1 简介

首先，能源统计人员必须能轻松自如地在燃料和能源所使用的不同测量单位之间换算，并掌握与主要的燃料转换过程有关的应用知识。同样，统计人员还需要了解在能源统计信息的收集和呈现方面的惯例和定义。这些知识可以笼统地称为“方法”。

下述内容以及本手册的附录将帮助刚刚踏入能源统计领域的新人掌握燃料和能源方面的技术背景，并了解相应的统计方法。

为此必须了解一些基本概念和术语，因为它们广泛用于有关燃料和能源的论述中。本章将尽可能以问答形式介绍这些概念。问题包括：“燃料”与“能源”的含义是什么？什么是一次和二次能源产品？什么是产品流？能源数据如何呈现？

为了能让统计人员扎实地掌握基础知识，这些问题的答案都力求通俗易懂。本手册的其他章节将会提供更多的信息来对这些答案进行深入说明。

2 “燃料”和“能源”的含义是什么？

英文字典对“燃料”的定义是：“任何作为热源或动力源燃烧的物质”。热来源于燃烧过程。在该过程中，燃料物质中的碳和氢与氧结合，并且释放出热量。人类燃烧燃料的主要目的是提供热能或动力（不论是机械形式还是电力形式）。“能源”一词在能源统计学中，准确含义仅限热能和动力，但许多人在泛指时也将燃料包括在内。

在本手册以及 IEA/OECD、Eurostat 和 UNECE 的联合调查问卷中，当某一陈述同时涵盖燃料以及热能和动力时，将使用“能源产品”一词。但其他的能源统计人员可能使用“能源载体”、“能源介质”或“能源物”等同义词。

3 什么是一次和二次能源产品？

能源产品的来源有两种：一种是从原油、硬煤、天然气等自然资源中直接提取或采集（这种能源产品称之为一次产品），另一种则是以一次能源产品作为原料。所有不属于一次产品，而是从一次产品生产得到的能

源产品被称为“二次产品”。二次能源是通过对一次能源或二次能源进行转化得到的。

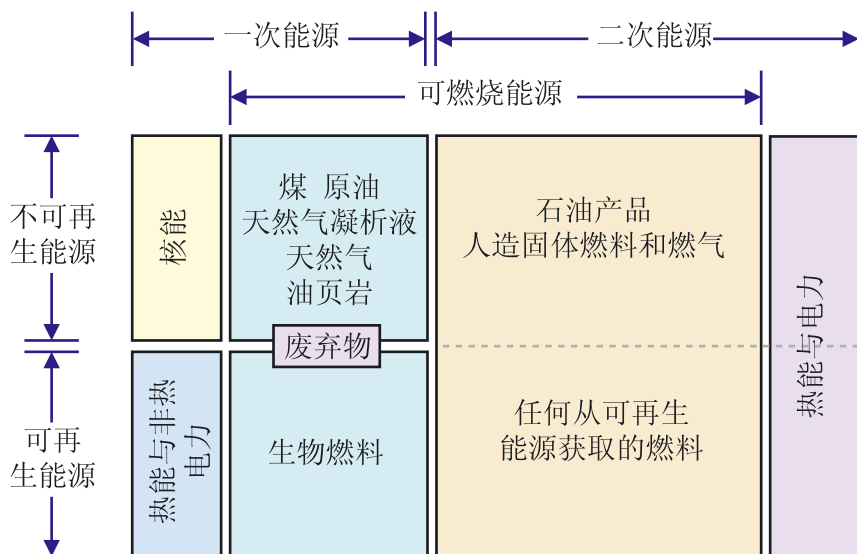
这方面的例子之一便是通过燃烧燃油来发电。其他例子还包括：用原油（一次）生产石油产品（二次），用焦煤（一次）生产焦炉焦（二次），用薪材（一次）生产木炭（二次），等等。

电力和热能则以一次和二次两种形式均可生产。一次电力将在稍后关于电力的章节中介绍。一次热能是从自然资源（太阳能电池板、地热储层）中采集的热能，它代表着“新”能源开始进入国家能源产品供应范围。对已采集或已生产并已作为国家供应的一部分而备案的能源产品的使用（如热电联产厂生产的热能），则为二次热能提供了来源。

4 化石燃料和可再生能源的形式

一次能源产品又可分为源自化石的燃料和可再生能源产品。化石燃料取自在遥远的地质年代中由生物质形成的自然资源。在外延上，“化石”一词也适用于以化石燃料制造的任何二次燃料。除了地热能外，可再生能源产品也可以直接或间接从当前/近期可持续获得的太阳能和重

图 1.1 ● 能源产品术语



力能中提取。举例来说，生物质的能量值便来源于植物在生长过程中所利用的阳光。图 1.1 给出了有关可再生能源与不可再生能源以及一次能源与二次能源的示意图。

5 量和热值的测量方式

出于贸易角度，以及为了监控燃料的生产和使用过程，需要对燃料进行度量。测量燃料流时所采用的测量单位是那些最适用于燃料物理状态（固、液或气）的单位。在以这些单位进行测量时，需要具备最基本的测量仪器。这些单位被称为燃料的“自然单位”（有时也使用“物理单位”一词）。典型的例子便是对固体燃料使用质量单位（千克或吨），对液体燃料和气体燃料使用体积单位（升或立方米）。当然也存在某些例外，例如通常会用立方米或地方性的体积单位来测量薪材。

电力用能量单位表示，即千瓦时（kWh）。蒸汽流的热量是通过测量蒸汽的压力和温度然后计算出来的，它们可以用卡或焦耳表示。不只蒸汽的热含量是用测量值推导出来的，热流也是从其生产过程中所使用的燃料量来推断的，很少会借助测量的方法。

此外，常见的还有将液体的测量值从以升或加仑为单位转换为吨，借此可以计算不同液体产品的总量。从体积换算为质量需要知道液体的密度。附录 2 给出了常见液体燃料的密度。

以自然单位表示的燃料量可以转换为其他单位。这可能出于多种目的：对燃料量进行比较、对燃料效率作出评估，等等。最常用的是能量单位，这是因为燃料的产热能力通常是购买或使用燃料时的主要考虑因素。对于具有不同物理状态的不同燃料，通过使用能量单位，也可以将它们的能量含量汇总。

将某个燃料量从自然单位或某些中间单位（如质量）换算为能量单位时，需要使用换算系数。换算系数表示从单位燃料中所获得的热量。这个换算系数被称为燃料的“卡路里值”或“热值”。该值的典型表示方式为：

煤为 26 千兆焦耳/吨 (GJ/t)=百万千焦耳/吨，天然气为 35.6 兆焦耳/立方米(MJ/m³)=百万焦耳/立方米。本手册中使用了“卡路里值”一词，但同时也广泛使用了“热值”的说法。

燃料的卡路里值是在从事燃料质量鉴定的专业实验室中测得的。大多数燃料厂商（采矿公司、炼厂等）也会对所生产的燃料的卡路里值和其他质量指标进行测量。本手册并未着重于测量卡路里值的实际方法，但燃料燃烧期间产生的水会影响卡路里值，下一节中对此进行了讨论。

6 总热值和净热值的差异

大多数燃料都是碳氢化合物，因此，它们是主要的载热体。燃料中也可能存在其他不影响卡路里值或仅有轻微影响的元素。燃烧期间，碳和氢都将与氧结合。整个反应将释放出热量。氢与氧结合时，两者会在高温燃烧下形成气态水或水蒸汽。因此，在燃烧发生器具（锅炉、引擎、火炉等）的尾气中，几乎总会有水伴随着其他燃烧产物出现。

当尾气冷却后，水会冷凝成液态并释放出热量，即所谓的“潜热”。潜热会在空气中耗散。因此，燃料的热值可以用总值或净值形式表示。总值包括从燃料中释放的所有热量，包括被燃烧期间所形成的水带走的任何热量。净值不包括在燃烧期间形成的水所携带的潜热。因此，对于一个卡路里值，必须要确定它是净值还是总值。对固体和液体燃料来说，净值和总值的差额通常为总值的 5% 到 6%，对于天然气则为 10% 左右。

某些燃料中不含或者仅含少量氢（例如，高炉气、高温焦和某些石油焦）。在这些情况下，净热值和总热值之间的差额可以忽略不计。

固体燃料的净热值推导比较复杂，因为除了它们内含的氢会形成水之外，这些燃料通常还含有滞留水。由于存在额外的水，净热值将会降低，但这一幅度难以确定，因为燃料的潮湿程度可能随天气条件和存放条件而有所变化。

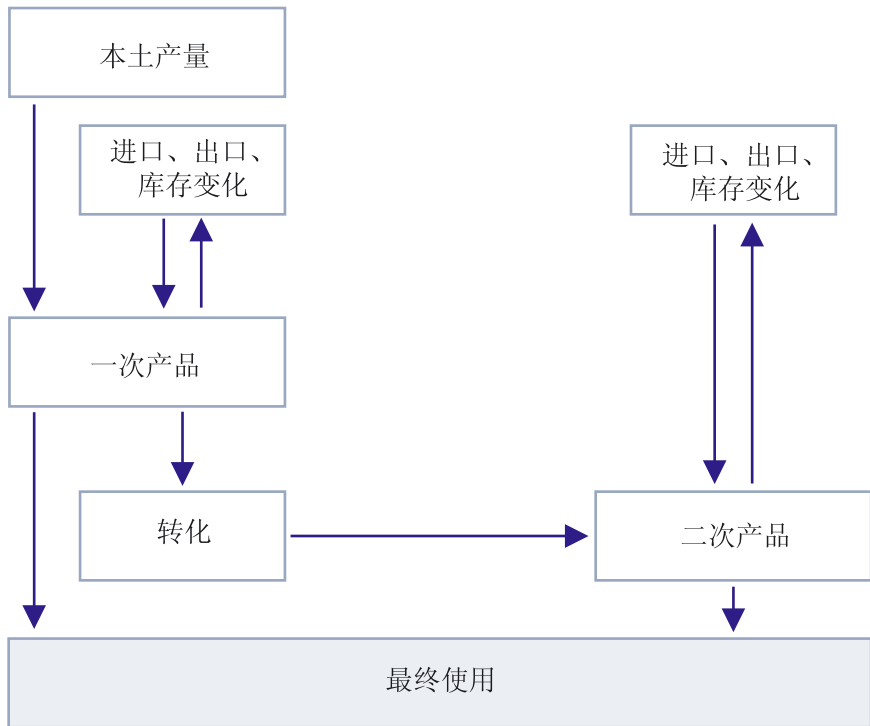
简而言之，燃料燃烧产生的总热量，减去蒸发燃料中的滞留水或燃烧期间产生的水所需的热量，便可得到燃料的净热值。大部分固体燃料用户（如发电站）应该能基于对发电过程的监控来给出净热值。

7 什么是“产品流”？

化石燃料可以从自然储层中提取，而生物燃料则是从生物圈中获得，并可直接使用或是将其转化为其他燃料产品。一个国家可能会进口所需的能源产品，或是出口过剩的能源产品。图 1.2 从统计学的角度显示了一种产品从最初出现到最终消耗（最终使用）的通常流动模式。

对于一个产品流的形成直到消失，可以对其间的主要环节进行记录。对这一流程进行成功统计的重要条件是产品在其生命周期内不应改变其特性，并且对于每一个供应来源和使用类型，其量都可以用相同的单位来表示。上述特性是指那些影响产品的能量产生能力的特性。举例来说，新开采的煤炭会包含非煤炭物质。在销售之前，这些物质会被除去。因此，新开采出来的煤炭与消费的煤炭并不相同。而在能源统计中使用

图 1.2 ● 主要产品流



的煤炭生产数据，将是经过洗煤处理并已准备投放市场的煤炭量。在统计学的每个环节上都能保持关键能源特性的产品被认为是同质产品。

热能流图与电力或机械动力的流图类似。在研究这些能源产品时需要格外仔细，因为它们的本质很抽象，并且在能源统计学中对它们的区分处理也基本可以归结为惯例。这些惯例同时会影响到一次能源的假定性质和其生产时所赋的值。

不妨想一想从那些依靠空气或水（风能、水能、波浪能、潮汐能等）机械驱动的装置中获取的能源。几乎在所有情况下，这些装置的运动部件上存在的机械力都用于发电（当然也有些例外，比如风力磨坊的泵水）。由于这种机械动力在用于发电之前没有其他用途，因此我们使用水能、风能和潮汐能所产生的电力来作为这些能源的表现形式。我们不必尝试以一次能源的形式统计这些机械能，因为这在能源统计学中没有任何实质意义。这些设备所产生的一次电力有时被称为“非热电力”，

因为它们的生产过程中无需热能。光伏 (PV) 电池直接将太阳能转化为电能, 这种电能被认为是一次电力。因此, 光伏电池可归入非热电力的来源类型。但在任何情况下, PV 电池的效率都相当低。

一次热能来源于地热储层、核反应堆以及将太阳辐射转化为热能的太阳能电池板。

由于难以明确无误地认定, 核能的统计形式并非所用核燃料的热值。此时将使用从反应堆输送至涡轮机的蒸汽所含的热能作为核能的一次能源形式。

8 在能源统计中主要考虑哪些产品流?

生产

燃料

燃料可以采用许多不同的方式进行生产: 深矿 (生产煤)、海上平台 (生产石油)、森林 (生产薪材), 等等。

一次化石燃料的生产通常从接近储层采掘的阶段开始测量。其产量应在燃料处于可销售状态时进行测量。任何不用于使用或销售目的的数量均不应包括在这个生产数字中。举例来说, 在从天然气田或油田采集的天然气中, 有一部分会被输回现场以实现压力的维持 (回注气), 有一部分会被燃烧, 或者被排放到大气中 (排出气)。其余的气体则经过相应的处理, 以除去某些较重的气体 (液态天然气)。只有在除去了回注气、排出气和液态天然气后, 才应测量或计算可销售的天然气产量 (请参阅天然气章节)。

一次电力与热能

一次电力与热能的产量数据设定与这两种能源形式在不同开发条件下的定义密切相关。统计学上的生产点一般选定在能源流从开采到使用的过程中尽可能靠近“下游”的某个适宜测量点。以水力发电来说, 这将是水轮机驱动的交流发电机所产生的电力。对于核反应堆则是离开反应堆的蒸汽所含的热能, 因为有时候会从反应堆获取一部分蒸汽用于集中供暖和发电。如果没有这种情况, 则可以使用输送给涡轮机的蒸汽。

对于输入涡轮机的蒸汽, 其热能含量通常是未知的, 因此只能估算。这种估算方法是: 结合电厂的热效率, 从电厂的总发电量进行回推。在无法直接测量地热蒸汽流的热能时, 也可以用上述方法来估算输送给涡轮机的地热能。但这种情况下将使用固定的热效率进行计算。

生物燃料的生产

由于缺乏明确定义的生产点，生物燃料的产量测量工作显得较为复杂。生物燃料在使用上具有普遍而分散的特点，这意味着生物燃料通常会在靠近其采集位置的地方燃烧掉，并且通常不会涉及任何商业交易。某些生物燃料（特别是薪材）会在一些国家中进行交易，但从全球范围来看，投入交易的生物燃料仅在其总用量中占一小部分。

要确定薪材和其他一些生物燃料的产量数据也非常复杂，因为它们只是大规模的非燃料用途生产中的一部分。商业木材产量的绝大部分用于建筑和家具，只有相当小的一部分随同木质产品制造期间的废弃物一起用作了燃料。乙醇的情况也很类似。虽然它可以用作车用汽油的混合成分，但通过生物质能发酵制取的乙醇主要用于食品和酿造业，仅有少量用于燃料混合。

在这些情况下，产量将是一个利用回推法计算出的数据，它等于生物燃料的总用量。产品是否作为燃料是由其用途决定的。因此，不要试图直接评估它们的产量，或者将非燃料用途的产量也包含在内。如果鼓励使用生物燃料的举措能够促成一个专门制造生物燃料（如生物柴油）的成熟市场，在未来则可能必须寻求回推法以外的计算方法。这种情况下，通常的商业交易活动应该使从生产到最终使用的产品流变得清晰明确，并且针对化石燃料产量定义的规范也将得到应用。

在一些国家中，生物燃料在进出口中占有一定比例。如果存在一个商业性的生物燃料市场，那么独立的产量测量方法将成为可能。否则将需要结合进出口流对计算得到的产量数据进行调整。

外贸

在不同国家的买方和卖方之间进行的燃料贸易导致了一些同进出口统计报告有关的问题。最基本的问题是需要确保国家领土定义（请参阅框内文字）的明确无误，并且能以统一方式适用于所有能源产品。如果某个国家具有“自由贸易区”，则在统计报告是否应该将其包括在内以及该决定对国内产品账目一致性的影响方面应该具有既定政策，尤其是针对国内的库存和消费数据。

产品的进出口量是因生活在某个国家的居民从事购买和销售而进出该国的产品量。一旦产品跨越了国界，则不论海关机构是否进行了清算，都将视为发生了进口或出口行为。为了使燃料和能源的外贸数据与主要经

能源统计学意义上的国家范围

对于为能源统计提供支撑的数据收集工作而言，其涵盖的地域范围无疑对能源统计信息的用途以及同其他经济统计信息保持一致具有重要作用。能源统计人员应当确保这种统计学意义上的国界得到公认，并且应在公告或统计摘要中阐明。在该国界定义中应明确哪些远距离地域处于国家管辖之下，以及在能源数据中是否包含它们。尤其远方岛屿是否应当作为国家领土的一部分予以考虑？岛屿上的燃料消费以及从大陆到岛屿的航班所使用的燃料，是否与国内燃料消费一样包含在国家的能源统计之中？同样，在国家的统计数据中是否应包括进出国内任何自由贸易区的燃料消费和燃料供应？

国家消费数据的覆盖范围还受到数据收集方式的影响。消费数据通常借助两种类型的调查来收集：

- 对消费者的直接调查，或
- 对燃料供应商的调查，在这种调查中，供应商按照经济活动或消费者类型而将自己的产品分门别类。

一些燃料消费大户，如发电站，通常会直接向统计局提供详细的燃料消费情况。制造业的消费数据可以采用任一方法收集，而第三产业部门和家庭的消费情况则可以通过面向供应商的产品调查来估算。

供应商交付给消费者的燃料消费估算值减去实际消费量，便可得到消费者储备方面的变化量。因此，在进行直接消费调查时，务必要了解消费者的储备水平，因为在国家储备水平变化中必须包括消费者的储备水平变化。

济指标保持一致，购买目的应该出于国内使用（至少其中的一部分应该如此）。这要求进口或出口数据中不应包括那些正在途经某个国家的“途中”产品量。同样，正确识别贸易始发地和目的地，不仅有助于将转口贸易区别开来，而且还可以提供某个国家对国外供应依赖性的基本信息。

对于以货运形式运输的燃料（这些燃料易于盘存），贸易始发地和目的地通常不难获得，但对于网络能源产品，要获得类似的信息则要困难一些。尽管通过燃气表或电表，可以精确获得穿越国界的燃气量或电量，但它们没有始发地和最终目的地信息。此外，在新型的电力市场中，电力的始发国可能与卖方公司的注册国并不一致。举例来说，一家西班牙电力公司可能向比利时的消费者销售电力，但供电事宜却从法国安排。

对于在开放市场中进行贸易的网络能源，商业贸易流和实际产品流之间可能出现明显差异。

因此，出于国内与国际统计的目的，坚持对电力始发地和目的地进行精确识别的做法是不可行的。此时应根据实际产品流来出具报告，而其始发国和目的国应当是邻国。对电力而言，在这种做法下将包括转口量。

但对天然气外贸报告而言，仍需识别天然气的真实始发地和目的地。过去二十年来，通过建设新的管道并在管道不可行的地区推广使用液态天然气 (LNG)，国际天然气市场得到相当迅猛的发展。与电力生产不同，天然气的生产依赖于自然储层所处的位置，因此会导致一个国家或地区在燃气供应上依赖另一国家或地区的问题。为了提供真实的始发地和目的地信息，国家统计局人员需要同燃气进出口公司保持密切的协作。

国际海运加油

供国际航行船舶消费的石油产品（船用油）代表着一个国家石油流的特殊情形。这些油料用作船舶燃料，而不属于船货的范围。无论注册国为何，所有船舶均应包括在内，但必须是从事国际航行的船舶。国际海运加油统计还应包括向国际航行的海军船只提供的燃料。为了确保国际海运加油的数据符合此处的定义，进行统计时应该十分谨慎，尤其应排除渔船所使用的船用油。

有时，大型船舶的引擎会使用与进港时的燃料名称相似但品质不同的燃料。这种情况下，则应区分并注明上述差异（尤其是热值），因为在能源平衡表计算和排放量统计中可能需要考虑这种差异。

将国际海运燃料作为特殊石油流的原因之一是，这与各个国家向联合国气候变化框架公约 (UNFCCC) 报告的国际海运加油与国际民航的排放数据有关。事实上，这些排放量并未纳入各国的统计数据中。

库存

燃料储存的作用是，在供需发生变化而导致需求与供应不一致时维持正常的运转。燃料供应商持有的库存是为了弥补燃料生产和/或燃料进口以及订单方面的波动。而消费者持有的库存则是用于弥补燃料供应和消费方面的波动。在国家燃料统计中应始终包括由供应商和发电厂持有的库存。对于消费者持有的库存，仅在消费者的消费数据需要根据面向消费者的消费调查来提供时才包括在内。

与统计账目（消费、进口、生产等）中其他相关于整个统计周期的“流”元素不同，库存的值（水平）可以在特定的时刻测量。统计周期开始和结束时的库存水平分别被称为期初库存和期末库存。燃料流源

于库存水平的变化，因此纳入统计账目的是库存变化。由库存增加（期末库存大于期初库存）和下降（期初库存大于期末库存）而导致的库存变化分别被称为库存积累和库存消耗。

并非所有处于国家领土范围的库存都应包括在国家库存水平中。确定库存是否包括在内的条件是，它们能否调节燃料供不应求或供过于求的局面。

库存的形式丰富多样，对石油产品而言尤其如此。在向相关库存类别分配数量时应该格外谨慎。例如，原油和石油产品库存就包括政府、大型消费者、仓储组织、入境海轮持有的以及保税区内的库存，等等。在对各种类型进行细分时，应根据数据的需求和用途（能源安全、紧急形势等）来量身定制。

燃料的加工转化

燃料加工转化或燃料转换是指用物理和/或化学方法将一次燃料转变为二次能源产品，以便更好地适应那些要求采用二次燃料的应用。附录 1 中详细介绍了各种燃料转换和能源生产过程。在焦炉中用煤制造焦炭或用燃料燃烧产生的蒸汽来发电，都是这方面的实例。

尽管能源统计人员将上述两个示例都作为加工转化过程来考虑，但请务必注意它们存在本质上的区别。焦炭生产是一个名副其实的转换过程，它在本质上是分离过程。在这一过程中，煤炭中的大部分碳保留在焦炭内，而煤炭中的氢随同部分碳进入焦炉气和某些油类产品中。其中所有产物都可以视为燃料，并在理想情况下，该过程中不发生燃烧现象。相比之下，通过燃料燃烧来发电的过程需要燃烧燃料，而且在所产生的热能（蒸汽）中仅有一部分被转换为电力。原始燃料中的碳和氢白白流失了，它们以二氧化碳（CO₂）和水的形式排放到大气中。

热力厂的热能生产也直接来源于燃烧过程，本质上与最终消费者的制热方法并无区别。然而，生产用于销售的热能（蒸汽）被认为是一种转化活动，因为通过将其纳入在能源转换部门中，所销售的热能将出现在记录在案的总供热量和最终用户的消费量中。同时，用于生产这种商业热能的燃料也必须包括在加工转化部门中。如果不采取这样的方式，生产企业所生产和销售的热能将不会出现在能源平衡表中，从而造成对企业燃料消耗量的估算偏高，而对最终消费者使用的热能估算偏低。

最终消费

燃料的最终消费方式包括制热和非能源产品消费。用于发电和生产商业热能的燃料以及所产生的能源量计算在加工转化账目下，并不包括在最终消费中。

最终能源消费

最终能源消费涵盖了向消费者提供的那些不用于燃料转换或加工转化活动（根据平衡结构中的定义）的能源产品。这些能源产品被认为消费殆尽，而没有转化成其他形式。简而言之，它们从统计账目中消失了。

所显示的数量旨在表示各自所属类别下的经济活动的能源需求。例如在工业部门内，能源产品的消费将是最终消费，它们不会转化成其他产品。

在能源产品平衡表的这一部分包括的统计信息主要取自能源行业向企业供货的报告，这些报告按基本经济活动或按消费者直接调查分类。对公司的分类由各个能源公司或各国管理机构根据国家的经济活动分类体系来进行。在欧盟内部，该体系将直接比照 *Nomenclature Générale des Activités Economiques dans les Communautés Européennes* (NACE rev. 1)，而其他国家则采用或正在采用基于国际标准产业分类 (ISIC rev. 3) 的国家分类法。这两种国际分类体系在 3 位代码的层面是一致的。为了在不同国家之间真正实现能源统计信息的可比较性，广泛采用通用的分类方案将十分必要。尽管当前可能存在良好的可比较性，但用户应始终意识到，任何时候的数据系列都可能涵盖了所采用的国家分类体系与当时的国际命名法不一致的时期。

工业

工业企业使用能源产品的目的包括：生产自用热能、非能源产品消费、运输、发电和生产商业热能。用于后三种类别的燃料不属于最终能源消费，因此通常报告在问卷的其他位置。企业用于运输的燃料应在最终消费的交通运输部门下报告。对企业燃料使用情况的统计可以直接通过企业调查获得，也可以从其燃料供应情况进行推断。在后一种情况中通常难以获得足够的信息，因此无法根据上述不同用途来划分燃料的使用情况。通常来说，通过所使用的特定燃料可以确定相关的活动。但有时，不同用途的类似油料在税额上存在重大差别，这妨碍了对正确使用类别的鉴识。

工业部门分为 12 个分支。在年度问卷中提供了它们的 NACE 代码，其中有 2 个分支需要注意。

化学工业分支的消费量代表用于制热和用作原料的燃料，但后一种用途的消费量通常还会显示在问卷的其他位置。在下文“燃料的非能源产品消费”一节中将介绍燃料的原料用途。

与此类似，钢铁工业生产的最终能源消费数据仅涵盖了用于加热焦炉和高炉以及用于金属加工的燃烧需求。经过转化的煤和焦炭量应在加工转化行业中报告。

运输

该部门明确定义了 5 种主要的运输模式。所提供的数据仅与运输活动本身消耗的燃料相关，运输公司非运输目的燃料消费未包括在内。由于运输燃料的成本较高，因此通常不会用于运输以外的目的。需要注意的只有 4 种模式：

- 公路运输 此模式适用于所有为运输活动提供支持的公路运输燃料。但某些燃料可能用于野外挖掘、起重以及农业或林业用途。也有少量用于游艇和电动园艺机械，但其数量不可忽视。这些多元化用途的消费量只能依靠调查来获得。野外消费量不应包括在公路交通中。
- 航空运输 如果为国际航空飞行提供的燃料量另有单独的数据，则这些数据应显示在国际民航中（请参阅上文“国际海运加油”）。如果缺乏单独的数据，则全部燃料供应量均应归于国内航空。
- 管道运输 在压缩站和/或泵站或者在燃气、石油或煤浆管道上使用的燃料和电力应在此标题下报告。
- 国内水上运输 应包括用于内陆水道上的货运或客运以及用于国内海洋航行的所有燃料消费。国内海洋航行是指起点和终点均位于同一国家并且途中不停靠任何外国港口的航行。请注意，这种航行可能延伸到国际水域中，例如从勒阿弗尔到马赛。各种类型的渔船（内陆、沿海或深海）所消费的燃料应包括在农业消费下。

其他部门：居民消费、商业、公共事业等。

- 农业 渔林业（含深海捕鱼）所用的能源应包括在此。然而，提供给深海捕鱼业的燃料有时会这个部门中省略，并纳入到原本不包含此用途的国际海运加油统计中。在提供给公路运输的粗柴油/柴油中，有一小部分是作为此部门中的“野外”燃料用途消费的。
- 居民消费 家庭能源消费统计信息在各个国家的收集方式千差万别。燃气和电力消费数据通常来自公用事业公司记录的燃气表和电表读数。用所有交付量减去提供给经济活跃部门的产品量（这些产品量有记录），便可得到可储存燃料的消费量。某些国家还通过执行家庭能源消费调查来揭示以交付量为基础的统计中存在的任何偏差。

燃料的非能源产品消费

一些燃料可能用于非能源产品消费。其中包括：

- 作为制造非燃料产品的原料（原料用途）。利用燃料的碳氢化合物成分作为原料的活动基本上完全限于炼制和石油化学工业。
- 利用燃料的物理属性。在引擎中使用润滑剂和润滑脂，是由于它们的“光滑”特性；在屋顶和道路上使用沥青，则是看重其防水和耐磨特性。
- 利用燃料的溶剂属性。石油溶剂和工业燃料可用作涂料生产中的稀释剂以及用于工业清洁目的。

目前，石油化学工业是燃料非能源产品消费的最重要用户。在该行业中，化石燃料（石油、天然气和焦炉副产品）以及生物质碳被转换为合成有机产品。

对炼油产品或液态天然气进行蒸汽裂化是关键的石化转换工艺。其原料包括石脑油、工业柴油和液化石油气（LPG），此外还可以使用从天然气处理过程得到的乙烷、丙烷和和丁烷（如果易于获取）。

蒸汽裂化可以获得多种中间化学物质（乙烯、丙烯、丁二烯、苯、甲苯和二甲苯）和副产物（氢、甲烷和裂解汽油），这些产物可用作燃料和/或送回炼厂中。送回炼厂的产物量被称为“逆流量”。

固体碳通常以焦炭的形式用于化学品部门的多种非能源工艺，包括生产苏打灰、碳化硅和碳极。后者通常用高质量的（焙烧）石油焦生产，而其他工艺则使用焦炉焦和“绿色”石油焦。

电力用途

几乎所有电力消费都用于提供动力、热能以及于电子应用（这种情况下的电能最终以热量形式散失）。因此，始终不存在以非能源产品消费的形式报告的电力。在某些行业中会使用电力进行电解，但由于从统计学上无法区分这种用途与企业中的其他用途，因此所有电力消费都将以能源产品消费的形式报告。

9 能源数据如何呈现？

收集可靠的统计信息只是一个方面，以清晰而全面的方式发布这些信息则是另外一方面。

产品平衡表形式

平衡表是呈现能源产品数据时最常用的形式，如图所示，平衡表以单独一列显示每种产品的供应来源及其使用情况。平衡表形式在理论上等同于一个简单的现金帐目：在考虑了现金存款的变动后，汇总时的收入来源应与总支出保持平衡。

图 1.3 ● 产品平衡表的结构

供应来源 (图 1.4)
 + 产品间转换
 = 国内供应
 统计差额
 总需求 =
 加工转化输入
 + 能源部门自用
 + 输配损失和其它损失
 + 最终消费 =
 非能源消费 (用于原
 料、材料)
 + 最终能源消费

平衡表形式适用于能源产品的条件是，能源产品在平衡表中的每个点上都是同类的。对该要求请参阅第 7 节的产品流部分。此外，能源产品应尽量采用质量或能量单位表示，因为体积单位（立方米）依赖于压力或温度。

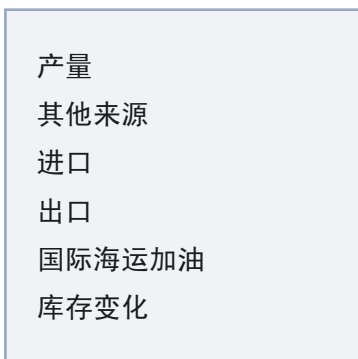
图 1.3 显示了一个产品平衡表的主要框架。各个国家和国际组织实际使用的产品平衡表格式彼此不同，并且也不同于图 1.3 所示的简化格式。但此处给出的模型可以揭示出主要框架以及各个组织之间的区别。下文将介绍 IEA 和 Eurostat 平衡表的差异。

平衡表是根据图 1.3 中所示的算术法则计算的。产品之间的任何转换会使供应来源得到补充（或减少），它们的总和表示了满足国内需求的国内供应。总需求是下述几项的总和：加工转化输入量、能源部门内除加工转化目的以外的需求量、能源产品生产及最终使用环节之间的任何损失以及最终消费。最终消费是非能源产品和能源产品的消费总量。

以下将对图 1.3 中的主要标题进行详细介绍。供应来源被细分为如图 1.4 所示的主要元素。

产量涵盖了本土产量和二次燃料产品的制造。本土产量是指从化石储层和生物燃料源中提取的一次燃料，以及从水、风、日光等能源中采集的可再生能源。Eurostat 将本土产量称为“一次产量”。

图 1.4 ● 供应来源



其他生产来源较为稀少，设立这个标题的目的是为了涵盖那些从已生产的燃料回收的但尚未清点或保存的燃料。例如，废煤可以在日后回收利用。

在“外贸”一节已经介绍过进口和出口。将出口作为一个供应来源看似有些奇怪，但这是因为相关的能源使用经济模型将出口视为需求的一部分。然而，能源平衡表旨在展示国内消耗的燃料供应，因此在计算国内总供应量时应减去出口量。用于进口和出口

的算术符号惯例取决于用以计算总需求数据的公式。对于出口，通常会使用负号，因为它们是一种占用供应的行为。此时只需将出口量同其他元素相加，便可得到总供应量。

国际海运加油（请参阅此前的相关小节）也以占用供应的形式纳入平衡表的这一部分。

库存变化是期初和期末库存水平的差值。库存消耗是供应量的增加，因此将用正号表示。对于库存积累，则情况正好相反。两种情况下的库存变化 = 期初库存水平 - 期末库存水平。

产品间的转换并不是主要的能源流，它们大多是由产品的重新分类而导致的。一种产品可能不再符合其规格，因此需要将其重新划分为另一种品质较低的产品。“转换”行的一个实用技巧是，可以用来将不同的产品加入另一个单一的产品组中。例如，在 Eurostat 平衡表中，分开的水电和风电平衡显示了从生产到电力平衡（显示所有电力的用途）的转换。当然，转换行中的条目可能带有正号或负号，这取决于它们是增加还是减少了产品供应。

国内供应是所有供应来源和产品间转换的总和。

在加工转化输入下报告的数据是用于制造次级燃料产品以及用于燃烧发电和制取商业热能的燃料量。平衡表中该部分的各个标题是涉及次级燃料和能源生产的不同燃料和能源厂商。为了简化对其活动的说明，可以按下述方式将其分组：

■ 电力与热能的生产

这些可以进一步分为电厂、热电联产厂(CHP) 和热力厂。这些类型的工厂可能由下述企业经营：以产电和/或生产商业热能为主营业务的企业；或者能源生产主要面向自身消费（而不是主营业务）的企业。前一

种企业被称为公共或主要动力生产商（MPP），后一种企业被称为自备生产商。

■ 固体燃料和燃气的生产

这一组中确定了三种主要的转换厂：在焦炉中加热煤炭来生产焦炭、在高炉中使用焦炭和其他燃料、以及用各种类型的煤炭生产专用燃料。焦炉和高炉通常用于钢铁工业中。这两类工厂生产的煤气可能自用，也可能销售给外部用户。一些国家的制气厂在生产民用煤气期间也会生产出比高炉所用焦炭品质更低的焦炭。焦炭生产商同时也生产轻油和焦油。

高炉通常并不用于燃料转换，它主要用于铁的生产，这些铁中的大部分随后会转换成钢。但从能源统计的目的出发，它们被认为是加工转化部门的一部分。如果不采用这样的方式，将无法追踪生产高炉气（随后用于能源目的）所需的燃料。

专用燃料的生产通常位于煤炭源（硬煤、褐煤）附近，其主要工艺是将微小的、粉碎的煤炭聚合成可用的煤块。一些专用燃料的生产基于对煤炭的低温炭化，它们类似于制气厂中的焦炭生产。附录 1 详细介绍了各种工艺。

■ 炼油厂

半成品的处理，以及通过炼制原油来获得石油产品，都主要在炼油厂中进行。报告中进入炼油厂并用于燃料转换过程的石油量，可以提供与所生产的产品（包括非燃料产品）以及炼油厂内的燃料用量有关的材料。

■ 其他加工转化

该组涵盖了不常用的燃料转换过程，并且没有单独列出它们。

能源部门自用：该部分平衡表显示了在燃料和能源企业中消费的，并且从账目中消失而不是以另一种能源产品形式出现的能源产品量。这些产品为燃料提取、转换或能源生产厂内的各种活动提供支持，但它们并不进入加工转化过程中。

通常需要将能源部门内的和其他工业活动部分的最终消费区分开来，尽管从性质上说，它也属于工业部门最终消费的一部分。企业消费的能源可能是出于消费目的直接购买的，也可能是取自企业提取或生产的能源产品。

对于这部分账目中的活动，所用的标题包括加工转化工业以及燃料提取和制备工业（采煤、石油和天然气提炼、天然气液化、核燃料处理等）中使用的燃料。

分配损耗和其他损耗：平衡表中的该部分条目独立于能源部门，它们代表了能源产品在配送到使用位置期间的损耗。与电力和天然气网络有关的传输和分配损耗提供了简单的示例，此外使用管道配送高炉和焦炉气以及石油产品的情况也时常可见。

非能源产品消费：第 8 节“燃料的非能源产品消费”中介绍了非能源产品消费的性质。平衡表中显示的数据没有区分燃料是在哪些经济部门内消费的，或者说这方面的区分非常有限。通常，石油化学工业的非能源产品消费很容易识别。但在 IEA 平衡表中，石油化学工业的原料用途是作为最终能源消费中的单独一行列出的。

最终能源消费：它分为 3 大组：工业、运输和其他部门。

图 1.5 ● 工业

钢铁工业
化学和石化工业
有色金属工业
非金属矿物业
交通运输设备
机械工业
采掘业
食品、酿造和烟草业
纸浆、造纸和印刷业
木材和木制品
纺织和皮革
建筑业
其他未指定的

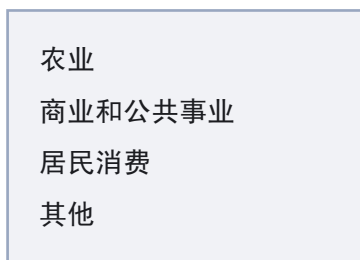
工业：图 1.5 显示了必须涵盖其数据的工业部门分支。这些分支的定义（根据其包含的经济活动）是参照 ISIC rev. 3 和 NACE rev. 1 给出的，请参阅上文的“最终能源消费”一节。工业部门包括建筑业分支，但能源业不包括。

在工业部门中报告的企业燃料消费数据不应包括用于发电和生产商业热能的燃料量。如果可行，它们还应排除用于在公路上运输货物的燃料。公路交通运输消费应在“交通运输”下报告。

运输：至少可以确定 4 种运输模式：公路运输、铁路运输、航空运输和国内水上运输。IEA 平衡表中还包括管道运输（通过管道运输燃料）；Eurostat 则将这种消费视作能源部门自用的一部分。在这些标题之下包括的燃料量仅涵盖用于驱动的燃料使用量。运输企业用在其他方面的燃料不应包括在此，它们应包括在“商业和公共事业”中（请参阅下文的“其他部门”）。

运输燃料量通常很容易确定，因为用于公路引擎和航空的燃料与加热燃料不同，但在引擎使用粗柴油/柴油时可能造成混淆，因此需要区分车辆和企业所使用的燃料。用于管道的能源通常是电力，在运输天然气时，也会使用部分天然气来驱动压缩机。重要的是，应正确报告所用的天然气量，不能将其作为分配损耗的一部分。

图 1.6 ● 其他部门



其他部门：各个国际组织和国家在“其他部门”下的标题选择存在差异，但都会将所有活动包括在内。图 1.6 显示了最常见的分类方法。

“农业”标题下涵盖了农业、林业、渔业。用于捕鱼业的油料消费应包括所有渔船，从事深海捕鱼的渔船也不例外。因此，请务必确保提供给深海捕鱼船的燃料不包括在以“国际海运

加油”报告的燃料量中。

为了确定哪些数据出现错误或不完整，国家统计人员应当探寻较大的统计差额。不幸的是，数据方面的错误并不总能得到更正。在这种情况下不应更改统计差额，而应予以保留以显示问题的大小。

决定是否应同报告企业一起探寻统计差额，只取决于判断。视为可以接受的百分比差额将取决于产品供应量的大小。对于主要的能源供应，如天然气或电力，应努力使统计差额低于 1%。另一方面，对于次要产品，如来自焦炉的焦油和油料，则可以容忍 10% 的误差。

当运用报告为统计人员的数据构建产品平衡表时，也有可能显示统计差额等于零（“闭合”的平衡表）。对这样的理想结果应该谨慎地对待，因为几乎在大多数情况下，这都表明平衡表中的一些其他统计信息只是估计的数值，目的是为了达到账目平衡。这通常发生在数据来自同一位报告者时（比如一家炼厂或一家钢铁厂），他们拥有构成平衡表的所有数据，因此可以调整数据来趋于平衡。为了了解和评估相关企业遇到的数据问题，统计人员应弄清哪些元素是为了实现报告平衡而估计的。

两个产品平衡表示例：Eurostat 和 IEA

为了更好地说明上述内容，我们现在将介绍 Eurostat 和 IEA 使用的产品平衡表格式并对它们进行比较。图 7 和图 8 两个示例显示了同法国 1999 年的天然气和粗柴油/柴油供应与消费有关的 Eurostat 格式和 IEA 格式平衡表，并借此说明了每个组织呈现初级和二次燃料数据的方式。

两个产品平衡表在结构上有一个重要的不同点，它影响了次级能源产品的呈现。在 Eurostat 产品平衡表中，加工转化部门分为输入和输出，而 IEA 只有一个输入部份。在 IEA 格式中，二次产品的输出（产量）是以“产量”形式显示的，而 Eurostat 采用的是“加工转化输出”。Eurostat 的“产量”行仅针对（本土）一次产量（请参阅图 1.7），IEA 的产量行则显示本土产量和二次产量，这要视产品而定。

二者在格式上的差异对产品平衡表中的某些主要汇总条目产生了重大影响。例如，可以看到“内陆总消费”和“国内供应”的粗柴油/柴油平衡表数据彼此并不对应（请参阅图 1.8）。Eurostat 的“国内总消费”实际上是对外来净供应的消费。如果出口量过大，它可能为负值。为了再现 IEA 的“国内供应”数据，必须在平衡表的加工转化输出部分添加炼厂的粗柴油/柴油产量。

为了区分本土产量和二次产量，从而可以对产品和能源平衡表采取相同格式，Eurostat 采用了两个单独的行来表示。在第 7 章中介绍能源平衡表时，这一点将展现得更加清晰。

这两种格式还存在其他许多细微差别，但它们大部分仅涉及名称选择和呈现顺序问题，而不是方法上的重大差异。

图 1.7 ● Eurostat 和 IEA 天然气平衡表格式比较

1999 年法国		天然气		太焦耳 (GCV)
EUROSTAT 格式		IEA 格式		
一次产品	77 670	产量		77 670
回收产品	-	来自其他来源		-
进口	1 649 710	进口		1 649 710
库存变化	-92 853	出口		-30 456
出口	-30 456	国际海运加油		-
加油	-	库存变化		-92 853
国内总消费	1 604 071	国内供应		1 604 071
加工转化投入	49 791	转换		-
公共火电站	1 805	统计差额		-20 440
自备火电站	47 986	加工转化		49 791
核电站	-	电厂		49 791
专用燃料与型煤厂	-	热电联产厂		-
焦炉厂	-	热力厂		-
高炉厂	-	高炉气厂/制气厂		-
制气厂	-	炼焦/专用燃料/褐煤型煤厂		-
炼油厂	-	炼油厂		-
区域热力厂	-	石油化学工业		-
加工转化产出	-	液化厂		-
公共火电站	-	其它转化行业		-
自备火电站	-	能源部门		17 320
核电站	-	采煤		-
专用燃料与型煤厂	-	石油和天然气开采		9 715
焦炉厂	-	炼油厂		-
高炉厂	-	电厂和热力厂		-
制气厂	-	抽水蓄能电站		-
炼油厂	-	其他能源部门		7 605
区域热力厂	-	分配损耗		2 619
交换与转换、回送	-	最终消费		1 513 901
产品间转换	-	工业部门		661 262
已转换的产品	-	钢铁工业		39 614
石油化学工业回送	-	化学和石化工业		199 241
能源部门消费	17 320	其中：原料		103 146
分配损耗	2 619	有色金属工业		17 180
可供最终消费	1 534 341	非金属矿物业		78 163
最终非能源消费	103 146	交通运输设备		-
化学工业	103 146	机械工业		74 125
其他部门	-	采掘业		6 449
最终能源消费	1 410 755	食品和烟草业		106 468
工业	558 116	纸、纸浆和印刷业		66 401
钢铁工业	39 614	木材和木制品		-
有色金属工业	17 180	建筑业		2 371
化学工业	96 095	纺织和皮革		19 183
抛光、陶瓷和建材行业	78 163	未指定		52 067
采矿业	6 449	交通运输		28
食品、酿造和烟草业	106 468	国际民用航空		-
纺织、皮革和制衣业	19 183	国内航空		-
造纸和印刷	66 401	公路运输		14
工程和其他金属行业	74 125	铁路运输		-
其他行业	54 438	管道运输		-
交通运输	28	国内水上运输		-
铁路运输	-	未指定		14
公路运输	14	其他部门		852 611
航空运输	-	农业		11 729
国内水上运输	-	商业和公共事业		399 324
民用、商业、公共、政府等	852 611	居民消费		441 558
民用	441 558	未指定		-
农业	11 729	非能源消费（用于原料、材料）		-
统计差额	20 440	工业/加工转化/能源		-
		交通运输		-
		其他部门		-

图 1.8 ● Eurostat 和 IEA 燃气/柴油平衡表格式比较

1999 年法国	粗柴油/柴油		千吨
Eurostat 格式	IEA 格式		
一次产量	-	产量	32 621
回收产品	-	来自其他来源	-
进口	11 668	进口	11 668
库存变化	1 213	出口	-2 230
出口	-2 230	国际海运加油	-419
加油	-419	库存变化	1 213
国内总消费	10 232	国内供应	42 853
加工转化投入	48	转换	-529
公共火电站	18	统计差额	-2 265
自备火电站	23	加工转化	384
核电站	-	电厂	41
专用燃料与型煤厂	-	热电联产厂	-
焦炉厂	-	热力厂	-
高炉厂	-	高炉气厂/制气厂	-
制气厂	-	炼焦/专用燃料/褐煤型煤厂	-
炼油厂	-	炼油厂	-
区域热力厂	-	石油化学工业	336
加工转化产出	32 621	液化厂	-
公共火电站	-	其它转化行业	7
自给火电站	-	能源部门	4
核电站	-	采煤	-
专用燃料与型煤厂	-	石油和天然气开采	-
焦炉厂	-	炼油厂	4
高炉厂	-	电厂和热力厂	-
制气厂	-	抽水蓄能电站	-
炼厂	32 621	其他能源部门	-
区域热力厂	-	分配损耗	-
交换与转换、回送	-865	最终消费	44 201
产品间转换	0	工业部门	2 475
已转换的产品	-529	钢铁工业	35
石油化学工业回送	-336	化学和石化工业	1 383
能源分支部门消费	4	其中：原料	1 383
分配损耗	-	有色金属工业	15
可供最终消费	41 936	非金属矿业	122
最终非能源消费	1 383	交通运输设备	48
化学工业	1 383	机械工业	152
其他部门	-	采掘业	1
最终能源消费	42 818	食品和烟草业	110
工业	1 092	纸、纸浆和印刷业	14
钢铁工业	35	木材和木制品	-
有色金属工业	15	建筑业	409
化学工业	0	纺织和皮革	38
抛光、陶瓷和建材行业	122	未指定	148
采矿业	110	交通运输	26 801
食品、酿造和烟草业	38	国际民用航空	-
纺织、皮革和制衣业	14	国内航空	-
造纸和印刷	200	公路运输	25 948
工程和其他金属行业	557	铁路运输	368
其他行业	26 801	管道运输	-
交通运输	25 948	国际航运	485
铁路运输	-	未指定	-
公路运输	485	其他部门	14 925
航空运输	-	农业	2 026
国内水上运输	14 925	商业和公共事业	4 450
民用、商业、公共、政府等	8 442	居民消费	8 442
民用	11 729	未指定	7
农业	2 026	非能源消费（用于原料、材料）	-
统计差额	-2 265	工业/加工转化/能源	-
		交通运输	-
		其他部门	-



1 什么是电力与热能？

一般信息

电是一种能量载体，它的应用非常广泛。电的使用几乎已渗透到人类生活的方方面面，从工业生产到家庭生活，从农业到商业，无不需要电来推动机器运转、照明和加热。

关于电现象的研究始于 17 世纪初，并一直持续至今。电在工业领域的应用可以追溯到 1879 年，在这一年，托马斯·阿尔瓦·爱迪生发明了电灯并将其公诸于世。从那以后，电的使用越来越普遍，并逐渐在人们的日常生活中占据了越来越重要的地位。

根据发电方式，电可以分为一次能源和二次级能源。一次电力是指利用水能、风能、太阳能、潮汐能和波浪能等自然资源所产生的电力。二次电力则是指利用以下方式所产生的电力：利用核燃料发生核裂变所产生的热发电；利用地热和太阳热能发电；通过燃烧煤、天然气、石油等一次燃料以及可再生物质和废弃物发电。电力产生之后，会通过全国性或国际性输电和配电网将电输送给最终消费者。

与电能一样，热能也是一种能量载体，它主要用于取暖和工业过程的加热。热能的历史始于火的发现，这几乎与人类历史一样源远流长。

同样，根据产生方式，热也可以分为一次能源和二次能源。一次热能指利用地热能和太阳热能等自然资源所产生的热。二次热能则指利用以下方式所产生的热能：核燃料发生核裂变产生热；燃烧煤、天然气、石油等一次燃料以及可再生物质和废弃物产生热。此外，还可以通过电热锅炉或热泵将电能转化为热能。热能可以在现场生产和使用，也可以通过管道系统输送到远离生产地点的建筑。

如上所述，几乎在所有人类活动中都能发现电的身影。在家庭生活中，我们使用电来采暖、照明、推动家用电器运转；在生产生活中，电为工厂中的机器、办公室中的计算机、医院内的设备提供动力；电力还用于交通运输、农业以及其他经济部门。

当然，通过统计数据也可以看出电力的广泛应用。在全球能源的最终总消费中，电力所占的比例从 1973 年的 9.6% 上升到 2001 年的 15.6%，其增长速度在所有燃料中最为迅速。

近年来，电力部门经历了巨大的变革。电力市场正变得日益自由化，温室气体亟需得到控制；因此，在电力重要性与日俱增的情况下，我们必

须在电力的产量、生产容量以及消费方面获得精确可靠的数据，从而能采取最有效的方式管理电力的未来发展，并确保电力的供应安全。

近来在世界各地（拉丁美洲、北美、欧洲等）发生的停电问题，进一步凸显了对可靠、详尽和及时的电力数据的需求。

与联合调查问卷有关的特定信息

该问卷旨在收集有关下述方面的数据：所有电力来源，公用热能和自备生产商的商业热能、消费量以及用于生产这些热能的燃料量。该问卷还可用于对发电容量和年度峰值电力负荷作出报告。

在填写该问卷的表格时，务必应了解它在多个层面上为报告电力和热能产量提供的便利。它反映了能源来源、生产商的职能以及工厂类型。

能源来源指动能（如水能、风能）、热能（如核能、地热能）或可用作发电或制热原料的可燃烧燃料。

生产商具有两种职能：i) 公用电力或热能生产商是以提供电力或热能为其主营业务的企业。这些供应商可能是国有的，也可能是私营性质。ii) 自备电力或热能生产商生产的电力和热能是供自身使用的，为主营业务提供支持，但电力和热能生产并不是其主营业务。自备生产商也可能向公用供应市场销售它的部分产出。

尤其需要注意的是，对于“公用生产商”一词，时常存在混淆。公用生产商可能由私营公司所有，反之亦然，公用公司也可能拥有自备生产厂。换句话说，“公用”一词仅指企业的职能，与所有权关系无关。

在工厂类型方面，该问卷将电力和热能生产厂分为 3 种类型：

- 电厂：电厂仅生产电力。
- 热电联产厂（CHP）：它们同时生产热能和电力。
- 热力厂：热力厂仅生产热能。

热电联产厂是含有热电联产设备的工厂。如果某工厂除此之外还含有仅用来发电或制热的设备，则该工厂仍将视为热电联产厂，除非可以获得每部设备的燃料消费和产出统计。如果是这样，则应根据设备而不是根据工厂来报告。

此外还要求报告发电厂的容量和年度峰值负荷。

要点

在电力和热能生产报告中，是从反映能源来源、生产商的职能和工厂类型的多个层面进行分析的。

2 哪些是用于表示电力与热能的单位？

一般信息

电力的生产、消费和交易通常采用瓦时的倍数来衡量和表示。对倍数（兆=10⁶、千兆=10⁹、太拉=10¹²等）的选择取决于生产量和消费量的规模。

热量应该以能量单位表示，通常使用焦耳、卡或英国热量单位（Btu）的倍数。

生产电力和热能时消费的可燃烧燃料量用公吨、立方米、升等物理单位表示，具体视燃料类型而定。此外，它们还应以能量单位表示，以便于对效率进行计算。

各类发电厂的发电容量，以及年度峰值负荷和峰值负荷时的容量也通过千瓦的倍数衡量和表示。

与联合调查问卷有关的特定信息

生产电力和热能时消费的可燃烧燃料量在各种情况下都可用能量单位表示，但根据燃料类型，有时也用物理单位表示。

- 固体化石燃料（煤、泥炭等）以千吨表示。
- 人造煤气以太拉焦耳（TJ）表示。
- 液体化石燃料（石油、炼厂干气）以千吨表示。
- 天然气和制气厂燃气以太拉焦耳（TJ）表示。
- 可再生能源与废弃物以太拉焦耳（TJ）表示。

生产容量数量应该为净生产容量。净生产容量等于总（或“铭牌”）容量减去为使工厂中的辅助设备和变压器运转而必须消耗的容量。

要点

- 电力以千兆瓦时（GWh）报告。
- 热能以太拉焦耳（TJ）报告。
- 发电容量以兆瓦（MW）报告。

3 如何从体积和质量换算到能量？

一般信息

发电厂的产量通常用能量单位表示，并且通常采用千瓦时的倍数。然而，工厂的原料（煤、石油等）通常用物理单位报告（煤采用吨，石油产品采用吨或升）。

同时用能量单位来报告燃料投入数据也十分重要，因为在数据检查过程中可以借此来推知工厂的效率。

在同石油、天然气、固体化石燃料和可再生能源有关的章节以及附录 3 中介绍了从体积或质量到能量的具体换算。

与联合调查问卷有关的特定信息

在表 6 中，所有可燃烧燃料同时还用太拉焦耳 (TJ) 表示。

若要从物理单位换算为太拉焦耳 (TJ)，请用单位热值乘以物理单位，然后根据需要进行进一步换算为太拉焦耳。有关详细的换算信息，请参阅第 1 章“基础知识”的第 5 节“量和热值的测量方式”，以及附录 3“单位制与换算当量”。

固体和液体化石燃料以及可再生能源和废弃物的能量含量用净热值 (NCV) 表示。天然气和人造煤气的能量含量用总热值 (GCV) 表示。从物理单位换算为能量单位时，必须注意根据投入的燃料来选择正确的换算系数。

要点

固体燃料以及可再生能源和废弃物再利用产品应该在净热值的基础上进行报告。

燃气（除沼气外）应该在总热值的基础上进行报告。

4 电力与热能流

一般信息

图 2.1 显示了从电力生产到电力消费的流程。此流程图特意经过简化，以便提供整个供应链的概观。

要全面了解一个国家/地区的电力流情况，必须将生产、贸易和消费作为主要着眼点。统计报告的细节取决于统计信息的用途。

图 2.1 ● 电力流程简图

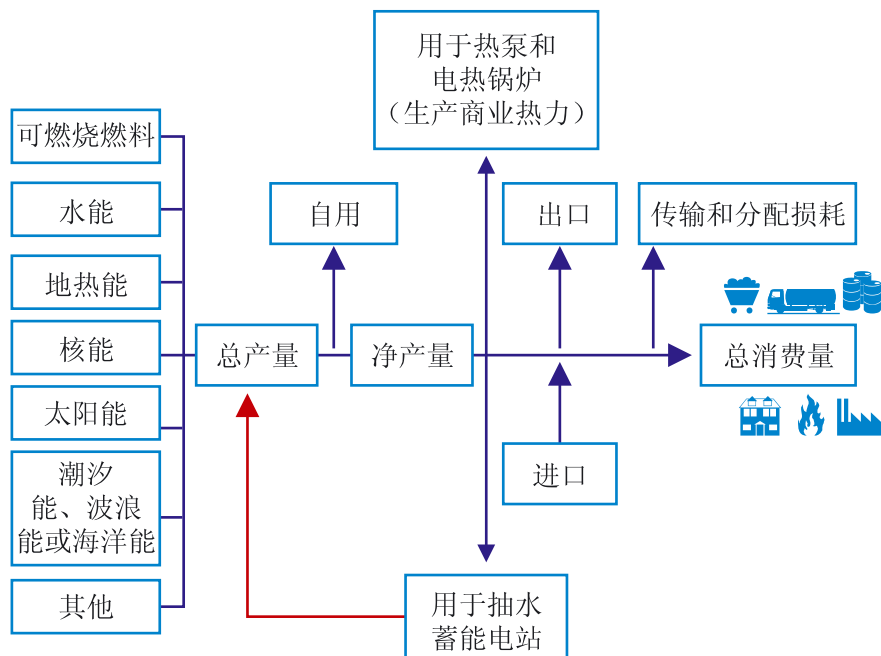
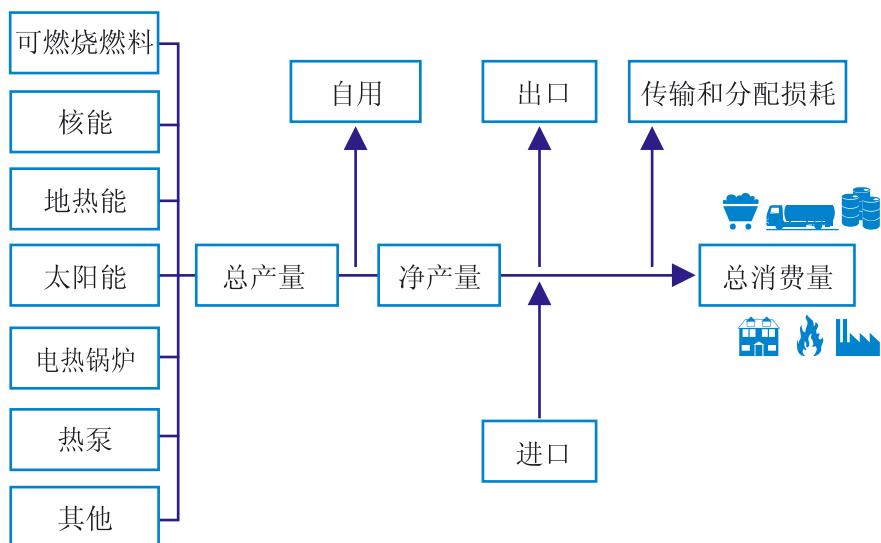


图 2.2 ● 热能流程简图



电厂以一次或二次产品形式生产电力；所生产的总电力被称为电力总产量。电厂会出于自身使用需要而消费一部分电力。从总产量中减去这部分电力便可得到电力净产量；电力净产量或通过国内传输和配电网输送到最终消费者处，或在电锅炉或热泵中转化为热能，或使用抽水蓄能坝存储起来。如果本国的电力过剩，则还可以通过国际互联输电网将电力出口到其他国家/地区；反之，如果本国的电力短缺，则可以从国外进口。在传输和配送期间，电网和发电系统的物理特性会导致一些损耗。

热能流与电力流非常相似，仅有两点例外：存储热能以及将热能转化为电力在现实中无法实现（请参阅图 2.2）。

与联合调查问卷有关的特定信息

电力和热能调查问卷由 9 个表格构成，前 4 个表格采用传统的平衡表格式。各个表格的性质如下：

- 表 1： 电力和热能总产量。
- 表 2： 电力和热能净产量。
- 表 3： 电力和热能的供应与消费。
- 表 4： 工业和能源部门的电力和热能消费。
- 表 5： 自备生产商的电力和热能净产量。
- 表 6： 来自可燃烧燃料的电力和热能总产量。
- 表 7a： 最大净发电容量和峰值负荷。
- 表 7b： 使用可燃烧燃料的工厂的最大净发电容量。
- 表 8： 电力和热能的进口（按原产地）与出口（按目的地）。
- 表 9： 自备生产电力和热能所消费的燃料。

这些表格将在下文中介绍。然而，有些关键的合计数据必须在不同表格之间保持一致。下述示意图（图 2.3 和 2.4）对此进行了说明。

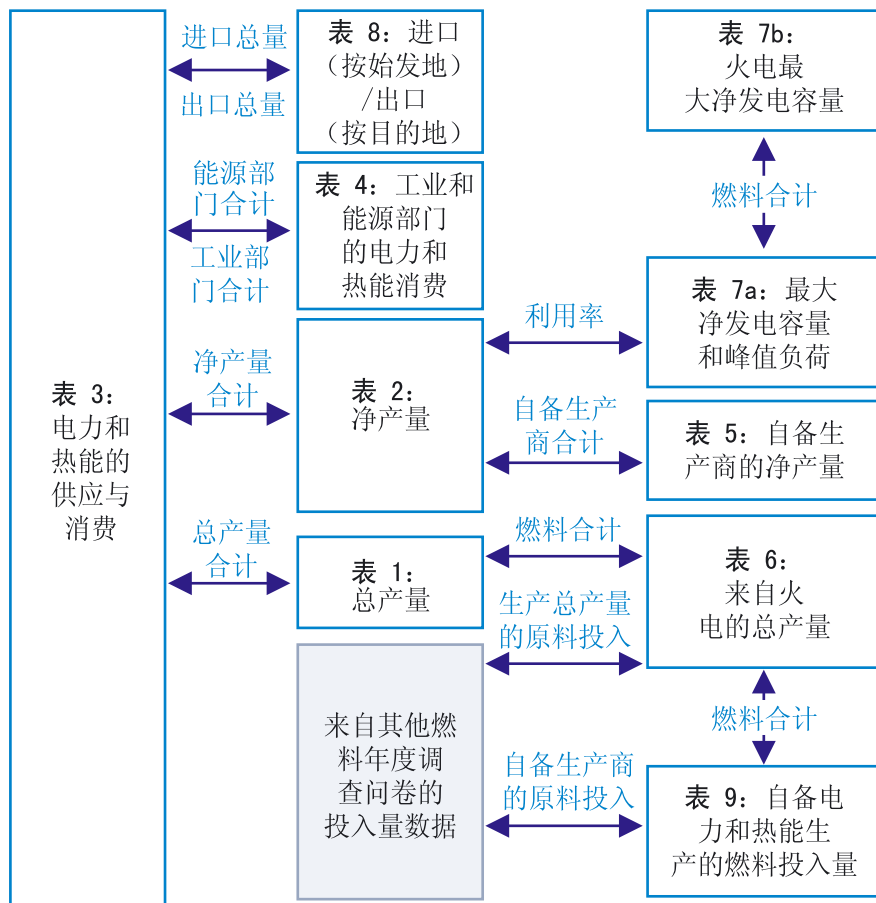
下述合计数据必须在不同表格之间保持一致：

- 表 1 中来自可燃烧燃料的电力产量应等于表 6 中显示的来自可燃烧燃料的发电量总和。
- 表 2 中自给生产商工厂的电力和热能净产量必须等于表 5（电力和热能净产量）中两部分相应的合计数据。
- 表 3 中报告的进出口数据必须与表 8 中报告的进出口合计相等。
- 表 5 中报告的总净产量必须等于表 2 中报告的合计。

要点

请牢记问卷中各个表格之间的相互关系。
关键的合计数据应该保持一致。

图 2.3 ● 电力与热能问卷中的表格关系



5 电力与热能供应

由于不存在电力和热能库存，因此其供应仅包括生产和贸易。下文将分别对这两个方面详细阐述。

生产

一般信息

电力和热能生产可以使用多种燃料，其生产工厂可分为两种基本类型并涉及两类生产商。

为了覆盖与电力和热能生产有关的所有必要信息，必须从下述问题所描述的角度来审视它们的生产：“如何、在何处、由谁生产？”。

第一个角度是电力和热能分别采用何种燃料进行生产；燃料包括煤、石油产品、天然气、可再生能源等。第二个角度是工厂类型；工厂有两种类型：对于电力生产，分为电厂和热电联产厂；对于热能生产，分为热电厂和热电联产厂。最后一个角度是生产商类型；也可分为两种类型：公用生产商和自备生产商。

这些数据具有多方面的用途：评估供应安全、分析发电所用的燃料随时间发生的变化、评价每种燃料的效率、了解电力生产对环境的影响等。

电力和热能生产的主要燃料是煤（煤电占全球发电量的 39%），其次是天然气、核能、水能（它们分别占全球产量的 17% 左右）和石油（仅占 8%）。在过去 30 年期间，用于发电的燃料发生了巨大变化。例如，石油的比重从 25% 降到 8%，而核能的比重从 3% 上升到 17%。

过去 30 年以来，电力产量增加了 250%，其增长速度远远超过石油、煤炭和天然气。与这种大幅度增长相伴而来的是在新容量方面的巨大投资，尤其是上个世纪 70 年代和 80 年代在核电厂方面的投资。

与联合调查问卷有关的特定信息

电力生产反映在问卷的 5 个表格中。

表 1 提供了同电力和热能总产量的三个细目（燃料、生产商的职能和工厂类型）有关的报告。

填写该表时，必须具备公用电力生产商和自备生产商各自的电力总产量统计数据，而产量也必须根据工厂类型进行细分。电力总产量是在发电机（交流发电机）的输出端测得的总产量，而没有减去在工厂中使用的或在工厂其他设备上损耗的电力。

水电站生产的电力应包括抽水蓄能电站生产的所有电力。抽水蓄能水电站的发电量应始终小于水电站的总发电量，因为前者只是后者的一部分。

热能总产量是生产并销售的总量，即热能离开工厂并可供生产商以外的人员使用的总量。热能总产量的细目存在着类似的细节要求。这种情况下，能源来源列表将略有不同，因为热能并非依靠水能或潮汐能、波浪能、海洋能设施生产，而是来自热泵和电热锅炉。

地热能的总产量是从地球外壳中的热储层或蒸汽储层中获取的热能总量。如果该热能的唯一用途是发电，并且无法测量所用的热能量，则可通过地热发电厂的电产量来估算地热能的总产量。在采用地热蒸汽发电时，可能会通过燃烧燃料来加热蒸汽，从而增加其温度或压力。此时不

应将这种附加热量包含在地热产量或用于发电的地热量中。所用的燃料应该在其自身的产品平衡表中作为发电消费进行报告。

热泵是一种将热量从环境温度较低的区域传送到环境温度较高区域的设备。例如，它可以从建筑物外部的媒介提取热量并用于建筑物内的供暖。在热泵中通常使用电动机执行此功能，这在某些地区已经成为一种有效的制热方式。但它们的应用并不普遍，因此在国内能源供应中仅占一小部分。

存在低成本电力（通常是水电）的国家/地区会使用电热锅炉来提供热水和蒸汽，以实现取暖或其他目的。

表 2 的格式与表 1 相同。电力和热能净产量是在考虑了生产厂中的能源消费和损耗后从生产厂送出的总量。

对于二次热能（通过燃烧燃料生产出的热能），净产量是指工厂的销售量，它与表 1 中报告的热能总量相等，即二次热能的热能总产量等于其热能净产量。

对于地热能，如果生产和配送热能的工厂使用了任何地热能，那么其净产量将与总产量不同。

表 3 是电力和热能的汇总平衡表，其中显示了供应和消费的主要环节。所报告的数据应该与存在逻辑关系的其他表格保持一致（请参阅上述的第 4 节）。

表 5 按照能源、工业和其他部门的自备生产商进行分类，以提供对电力和热能净产量的报告。

电力统计信息以千兆瓦时 (GWh) 报告，而热能统计信息则用太拉焦耳 (TJ) 报告。所有数值都必须四舍五入为整数，并且不允许出现负值。

表 6a 到 6c 提供了对应于电力总产量的燃料消费报告，而所销售的热能产量则与表 1 和表 2 中采用的格式类似，按主要燃料类别进行报告。该表格还报告了相应的发电总量和商业热能总量。

对于热电联产厂，为了分别报告电力和商业热能生产所消费的燃料量，需要采取方法来将总的燃料消费量分摊到两种能源输出上。即使不存在商业热能，这种分摊也是必需的，因为用于发电的燃料必须在转化行业下报告。

在热电联产厂中，首先必须将燃料消费量分摊到电力和热能的生产上。然后，再按照商业热能与热能总产量的比值对用于热能生产的燃料量进行分摊。在问卷的报告说明中提供了将热电联产厂的燃料用量分摊到电力和热能生产上的方法（请参阅下框中的内容）。这种方法基于 UNI-PEDE 定义，应当仅在国内缺乏可靠的分摊方法时使用。

将热电联产厂的燃料用量分摊到电力和热能生产上的方法

热电联产工艺的总效率定义如下：

$$e = (H + E) / F$$

其中：E 为电力产量

H 为热能产量

F 为加工转化过程中的燃料消费量

UNIPED 定义规定，“当与燃料输入相关时，热电联产厂用于电能生产的热能总消费为，与工厂消费的燃料等价的的热量减去用于外部目的的热能供应。”

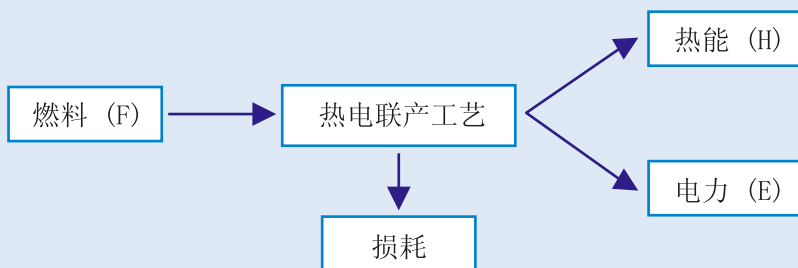
根据该定义的建议，热能和电力生产所使用的燃料输入量分别为：

$$F_h = H / e = F [H / (E + H)] \quad F_e = F - H / e = F [E / (E + H)]$$

换言之，燃料输入量按照电力和热能的产出比例被分摊到电力和热能生产上。

注：这种方法基于 UNIPED 定义，应当仅在国内缺乏可靠的分摊方法时使用。

图 2.4 ● 热电联产单位的燃料投入及电/热产出之间的关系简图



电力统计信息以千兆瓦时 (GWh) 报告，而热能统计信息则用太拉焦耳 (TJ) 报告。但在表 6 中，应该以千吨 (10^3t) 报告所消费的燃料，而以太拉焦耳报告固体和液体燃料，气体燃料也应当以太拉焦耳报告。

所有数值都必须四舍五入为整数，并且不允许出现负值。

要点

所有产量数据都应从燃料、生产商的职能以及工厂类型三个角度来报告。

热能总产量是生产并销售的热能总量。

进口和出口

一般信息

随着全球一体化进程的加快，以及各国经济日益开放，电力贸易一直在稳步增长。为了增强电力供应保障并获益于发电成本上的差额，各大洲的国家/地区纷纷开始将电网互相连接。

因此，收集按原产国和目的国分立的贸易信息变得越发重要。这些统计信息还有助于确定潜在的传输瓶颈，并为不断发展的国际传输电网提供最有效的经营方法。

电力是通过在各国边界上互连的国家高压传输电网输送的。国际间的电力交换水平取决于这些连接点的容量。务必应注意的是，由于电力无法存储，因此电力供应必须始终等于电力需求，从而保证电网的平衡。这为输电网络的经营者带来了额外的技术负担，同时也进一步刺激了对于跨境电力流的需求。

从世界进出口统计信息中可以看出全球贸易的动态变化。过去 30 年来，全球贸易量增长了 5 倍多。而且，过去那些往往仅限于相邻国家/地区间的贸易已经开始拓展更广阔的空间。例如在欧洲，南欧的用户可以从北欧购买电力。

与联合调查问卷有关的特定信息

对于跨越国界的贸易量，需要将其作为进口或出口量来考虑。所报告的数量应该是跨越国界的实际数量，并且应尽可能包括转口数量。因此，原产地和目的地将是邻国。这一点构成了与其他大多数燃料贸易报告的重大区别。

电力的进口和出口反映在问卷的两个表格中。进口（按原产地）和出口（按目的地）在表 8 中报告，而总的进口和出口则在表 3 中报告。

类似的原则也适用于热能贸易的报告。然而热能贸易非常少见，并且基本上不可能涉及转口量。

电力统计信息以千兆瓦时（GWh）报告，而热能统计信息则用太拉焦耳（TJ）报告。所有数值都必须四舍五入为整数，并且不允许出现负值。

要点

请注意，相对于进出口报告的一般规则而言，在电力和热能的进出口中将转口量包含在内是一种例外。

6 电力与热能消费

电力和热能的消费发生在多个部门中：

- 转化行业，以及能源部门内的能源工业。
- 电力和热能的传输与配送。
- 最终消费的不同部门和分支（工业、交通运输、居民消费、服务业等）。

下文将简要介绍这些部门，其中强调了各个部门的最终使用特征对统计信息的影响。

转化行业和能源部门的电力和热能消费

一般信息

电力只能借助热泵或电热锅炉转化为热能。对于热能而言，则不存在转化行业。

在能源部门中，电力和热能还用于支持燃料的提取和生产以及加工转化活动，抽水蓄能工厂也属于这一类别。这些工厂在电力负荷较低时用电力将水抽送到水库中，而在峰值负荷期间利用水库的水流发电。

转化行业和能源部门消费的电力和热能分别占全球供应量的 10% 和 9% 左右。

与联合调查问卷有关的特定信息

转化行业和能源部门反映在问卷的表 3 和表 4 中。

核工业中的电力和热能消费与核燃料的生产和浓缩有关，它不包括在核电站的运营中消费的电力和热能。在核电站中使用的电力和热能在表 3 中以工厂自用的形式报告。

电力统计信息以千兆瓦时 (GWh) 报告，而热能统计信息则用太拉焦耳 (TJ) 报告。所有数值都必须四舍五入为整数，并且不允许出现负值。

要点

转化行业中的电力消费仅限于热泵和电热锅炉，该部门中没有热能消费。

核工业中的消费是指用于核燃料浓缩的消费，它不包括核电厂的自用消费。

电力和热能的传输和分配损耗

一般信息

传输和分配损耗是指在电力和热能的运输和分配过程中发生的所有损耗。对电力而言，这还包括变压器损耗（因为变压器并不视为发电厂的有机组成部分）。

世界各地的电力分配损耗占到电力供应的 7% 到 15%。损耗量主要取决于国家/地区大小（电力线路的长度）、传输和分配电压以及电网质量。在某些国家/地区中，偷电可能是损耗的主要原因；这有时被称为非技术性损耗。

热能的分配损耗占到 15% 左右。热能通常仅在短距离内分配，否则传输效率将极为低下。

与联合调查问卷有关的特定信息

传输和分配损耗反映在表 3 中。

架空传输线路和分配网络中的电力损耗应在传输和分配损耗一行中报告。同样，配送到远程消费者期间发生的热能损耗也应在这一行中报告。

应从国家电网经营公司和电力分配公司获得电力损耗数据，而从集中供热公司和其他热能销售商处获得热能损耗。统计人员不应当为了使供应和消费达到平衡而估算电力或热能损耗。

电力统计信息以千兆瓦时（GWh）报告，而热能统计信息则用太拉焦耳（TJ）报告。所有数值都必须四舍五入为整数，并且不允许出现负值。

要点

传输和分配期间的所有电力和热能损耗量均应在传输和分配损耗下报告。

最终消费

一般信息

电力和热能的最终消费是指在工业、交通运输、农业、商业/公用事业和民用部门消费的所有电力和热能。这些部门将根据 ISIC 分类法进行细分。

在电力和热能消费中，最终消费构成了主要部分，它占到总消费的 80% 左右。同时它还是发展最快的消费形式。自从 1973 年以来，大部分的电力消费增长都来自居民消费和商业/公用部门。过去 30 年内，居民消费和商业/公用事业部门总共的电力消费从大约 38% 上升到了 52%。

尽管工业部门的电力消费量也在不断攀升，但其增长速度仍低于居民消费和商业/公用部门。因此，工业部门电力消费所占的比重已从 1973 年的 51% 下降到当前的 42% 左右。

交通运输（铁路运输）和农业（主要指排灌泵）部门的电力消费量相对较少。

与联合调查问卷有关的特定信息

工业部门的汇总数据应在表 3 中报告，其他部门（如居民消费、商业和公用事业、农业及其他）也是如此。对于交通运输部门，消费数据应当报告为交通运输总消费量，并细分为铁路运输、管道运输和未指定形式。

鉴于电力在工业部门中的重要性，在表 4 中按子部门对这方面的电力消费进行了细化。问卷中没有提供电力的非能源用途的报告，因为所有电力消费均可视为出于能源用途。

电力统计信息以千兆瓦时（GWh）报告，而热能统计信息则用太拉焦耳（TJ）报告。所有数值都必须四舍五入为整数，并且不允许出现负值。

要点

电力和热能的最终消费是指在工业、交通运输、农业、商业/公用事业和民用部门消费的电力和热能总和。

问卷中没有提供关于电力和热能的非能源用途的报告。

7 电力与热能联合调查问卷的附加要求

自备生产的投入

一般信息

随着环境问题的重要性日渐突出，确定每个工业和消费部门各自的燃料总消费已是刻不容缓。只有这样才能针对每个部门制定旨在节能和减少温室气体排放的适宜措施。

有关自备生产的一般信息和定义，请参阅第 1 节“与联合调查问卷有关的特定信息”。

与联合调查问卷有关的特定信息

自备生产商的电力和热能生产投入应在表 5 的两个部分报告。

根据其基本经济活动，这些表格提供了自备生产商的电力和商业热能生产所用燃料的有关信息。该表格分为三列，分别对应于三个公认的生产厂类型：电厂、热电联产厂和热力厂。作为联合国为了解二氧化碳排放情况作出的努力之一，这些数据被用于追踪自备生产商的燃料投入以及电力和热能产出。

对于热电联产厂，为了分别报告电力和热能生产所消耗的燃料量，需要采取方法来将总的燃料消费量分摊到两种能源输出上。即使不存在商业热能，这种分摊也是必需的，因为用于发电的燃料必须在转化行业下报告。在附录 1 的第 1 节介绍了推荐方法，请严格遵循此方法。

请注意，在此表中报告的合计应等于在转化行业（表 1）中报告的各项总计。同时还应注意，在其他四份年度调查问卷中也包含类似的表格。为避免报告中出现不一致的情况，请与您所在国家/地区中负责填写其他问卷的人员联系。

要点

在其他燃料调查问卷（煤、石油、天然气以及可再生资源和废弃物）中也包含类似的表格。

最大净发电容量与峰值负荷.....

一般信息

为了衡量与能源安全有关的因素，如储备量、峰值负荷期间的可用容量等，需要对净发电容量、峰值负荷和峰值负荷发生日期进行监控。

最大净容量是指所有工厂都处于运行的情况下，可以在电网出口处（即，在考虑了用于电站辅助设备的电力供应以及电站自身变压器中的损耗后）连续提供的最大电力。

全国最大发电容量是指所有电厂在每天至少为期 15 个小时的时段内最大容量的总计。所报告的数据应涉及 12 月 31 日的最大容量，并用兆瓦（MW）表示。

对制定国家和国际的燃料供应中断反应机制而言，关于燃料燃烧能力的信息也是一项非常重要的信息。

在一年之中所满足的同时发生的最高电力需求，称为峰值负荷。注意，峰值需求期间的电力供应可能涵盖进口的电力或出口的电力。

国家电网上的总峰值负荷并不是每个发电站在一年之中峰值负荷的总和，因为它们可能发生在不同时间。

峰值时间的容量是在该时间可供使用的总净容量。由于峰值负荷期间的工厂检修或其他故障，它可能与上文报告的最大可用容量不同。

与联合调查问卷有关的特定信息

该信息在问卷的表 7 中收集。此表分为两部分：表 7a 和 7b。

- 表 7a 收集有关最大净发电容量和峰值负荷的信息。该表要求将全国总容量分为公共电力供应商容量和自给生产商容量，同时还按照能源来源进行细分。在可燃烧燃料下报告的容量根据生产厂的技术作了进一步细分。
- 表 7b 收集有关采用可燃烧燃料的工厂的最大净发电容量信息。在表 7a 中的可燃烧燃料下报告并按公共/自给生产商细分的总最大净容量在表 7b 中进一步按燃料燃烧能力进行了细分。燃烧能力分为“单一”燃料和“多种”燃料类别。多燃料工厂是指可以在同一设备上连续燃烧多种燃料的工厂。

发电容量用兆瓦 (MW) 报告。所有数值都必须四舍五入为整数，并且不允许出现负值。

要点

所报告的数据应涉及 12 月 31 日的最大容量，并用兆瓦 (MW) 表示。



1 什么是天然气？

一般信息

天然气由多种气体组成，其中主要是甲烷（ CH_4 ）。

顾名思义，天然气是从地下天然储层中开采出来的，由多种化学成分组成。从气田中开采的或与原油伴生的天然气是由气体和液体（其中一部分无法转化为能源产品）组成的混合物。只有在经过加工之后，它才会成为一种可销售的气体（从原始混合物中可以提炼出多种可销售的气体）。此时，天然气仍然是气体混合物，但其中主导成分是甲烷（含量通常大于 85%）。

与石油伴生的天然气称为伴生气，不是与石油伴生而是从气藏中开采的天然气称为非伴生气。

在地下矿井中开采煤炭时，有些气体可能会从煤储层中释放出来。此类气体称为煤层气或煤层甲烷。为了安全起见，必须将此类气体分离出来。如果收集了此类气体并将其用作燃料，销售的产品中必须注明其含量。

人们还会经常用到湿气和干气这两个术语。含大量丁烷和较重碳氢化合物（天然气凝析液 - NGL）的气体称为湿气。伴生气（与石油伴生的天然气）通常为湿气。干气的主要成分是甲烷，并含少量的乙烷、丙烷等。非伴生气（不是与石油伴生而是从气井中开采的天然气）通常为干气。

为了便于长途输送，可能会将天然气进行液化处理，方法是在大气压力下使其温度降到零下 160 摄氏度。经过液化处理的天然气称为液化天然气（LNG）。天然气液化只是将天然气的物理状态从气体转化为液体，其主要成分仍然是甲烷，因此应包含在天然气调查问卷中。有关详细信息，请参阅附录 1 的第 4 节。

天然气供需增势非常迅猛。现在，天然气在全球主要能源供应总量中的比重已超过 21%，而在 1973 年仅为 16.2%。

与联合调查问卷有关的特定信息

在天然气调查问卷中，需要报告天然气的产量（分为伴生气和非伴生气）。此外，还需要将从煤矿中分离出来的煤层瓦斯包含在内。人造气（例如气厂煤气）和液化气（例如天然气凝析液 [NGL] 和液化石油气 [LPG]）不应包含在天然气调查问卷中，而是应分别在煤炭调查问卷或石油调查问卷中报告。

要点

天然气的主要成分是甲烷。

需要将煤层气包含在内。

2 哪些是用于表示天然气的单位？

一般信息

天然气可以采用数种计量单位，可以按能量含量（也称为热能）或体积计量。

在这两种计量制中，业界采用的天然气单位包括：

- 能量计量：焦耳、卡路里、千瓦时（kWh）、英制热量单位(Btu)或撒姆。
- 体积计量：最常用的是立方米或立方英尺。

使用天然气体积计量制时，必须了解测量天然气时的温度和气压，这一点至关重要。由于气体非常易于压缩，因此气体的体积仅在议定的特定温度和气压下才有意义。可以按以下两组条件对气体进行测量：

- 正常条件：测量温度为 0 摄氏度，测量气压为 760 毫米汞柱。
- 标准条件：测量温度为 15 摄氏度，测量气压为 760 毫米汞柱。

有关详细信息，请参阅附录 1 的第 4 节。

与联合调查问卷有关的特定信息

在天然气调查问卷中，供应平衡和贸易数据需要同时以能量单位和体积单位进行报告。所使用的能量单位是太拉焦耳 (TJ)，体积单位是百万立方米 (Mm³)。所使用的条件是标准条件（即温度为 15 摄氏度，气压为 760 毫米汞柱）。报告数据时要使用总热值。

此外，还要在供应平衡中注明天然气流的总热值和净热值数据。

自备生产商的消费和输入数据只能采用以下能量单位进行报告：太拉焦耳 (TJ)。

要点

天然气数据采用以下两种单位进行报告：

- 能量单位太拉焦耳 (TJ)
- 体积单位百万立方米 (Mm³)。

3 如何从体积换算到能量？

一般信息

计量和统计天然气时通常采用体积单位（例如 Mm^3 ）。但天然气价格通常是按每体积单位的热量含量确定的，因为人们购买天然气是为了它的热值。

天然气的热值指在特定条件下完全燃烧单位数量的燃料所释放出的热量，例如 kcal/m^3 或兆焦耳 (MJ/m^3)。可以使用总值，也可以使用净值。总值和净值之间的差额等于燃料燃烧期间产生的水蒸气在蒸发时释放的潜热。对于天然气，净值比总值平均低 10%。

有关一般换算信息，请参阅第 1 章“基础知识”的第 5 节“量和热值的测量方式”，以及附录 3“单位制与换算当量”。

与联合调查问卷有关的特定信息

换算为能量单位 (TJ) 时，必须使用相关天然气流的总值。各个天然气流的热值可能各不相同，并且各个天然气流中各种成分的热值也可能各不相同（例如从天然气质量不同的气田中开采的气体，或从不同原产地进口的气体）。热值还会随着时间的推移而改变。相关总值可以向天然气供应行业索取。

若要将天然气从体积单位换算到太拉焦耳，请对不同天然气流的各种成分使用适当的总值。以立方米为单位表示的体积乘以总值，即可得到以太拉焦耳为单位表示的能量体积。

对于进口数据，应使用加权平均总值。换言之，总进口应是按各个原产地单独换算之后的进口的总和。例如，国家/地区 A 从荷兰进口了 3 000 Mm^3 天然气，从挪威进口了 5 000 Mm^3 天然气，并且热值分别为 33.3 TJ/m^3 和 41.0 TJ/m^3 。若要计算进口天然气的平均热值，应列出各项进口的热值，如下表所示：

表 3.1 ● 如何计算进口天然气的平均热值

出口地	进口 (Mm^3)	热值 (TJ/Mm^3)	进口 (太拉焦耳) ($\text{Mm}^3 \times \text{TJ}/\text{Mm}^3$)	热值 (TJ/Mm^3)
荷兰	3 000	33.3	$3\,000 \times 33.3 = 99\,900$	
挪威	5 000	41.0	$5\,000 \times 41.0 = 205\,000$	
总计	8 000	?	$99\,900 + 205\,000 = 304\,900$	$304\,900 / 8\,000 = 38.113$

根据上述计算可以得出，国家/地区 A 进口天然气的平均换算系数是 38.113 TJ/m³，因此在调查问卷中要报告 38113 KJ/m³。

要点

报告天然气数据时要使用总热值，知道的情况下可以使用具体热值。

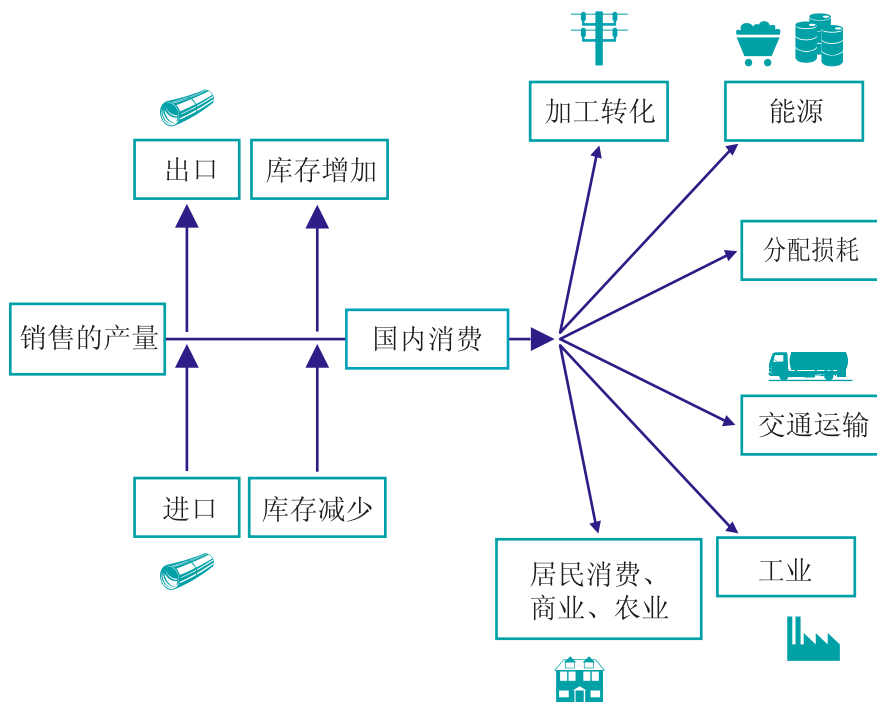
4 天然气流

一般信息

下图 3.1 所示是天然气从生产到消费的流程图。为了让读者对供应链有整体了解，我们特意将此流程图进行了简化。

若要对某个国家/地区的天然气流动情况有整体了解，需要了解生产、贸易、储备、能源部门、加工转化、最终消费等主要环节。报告中的细节取决于信息的用途。

图 3.1 ● 天然气流程简图



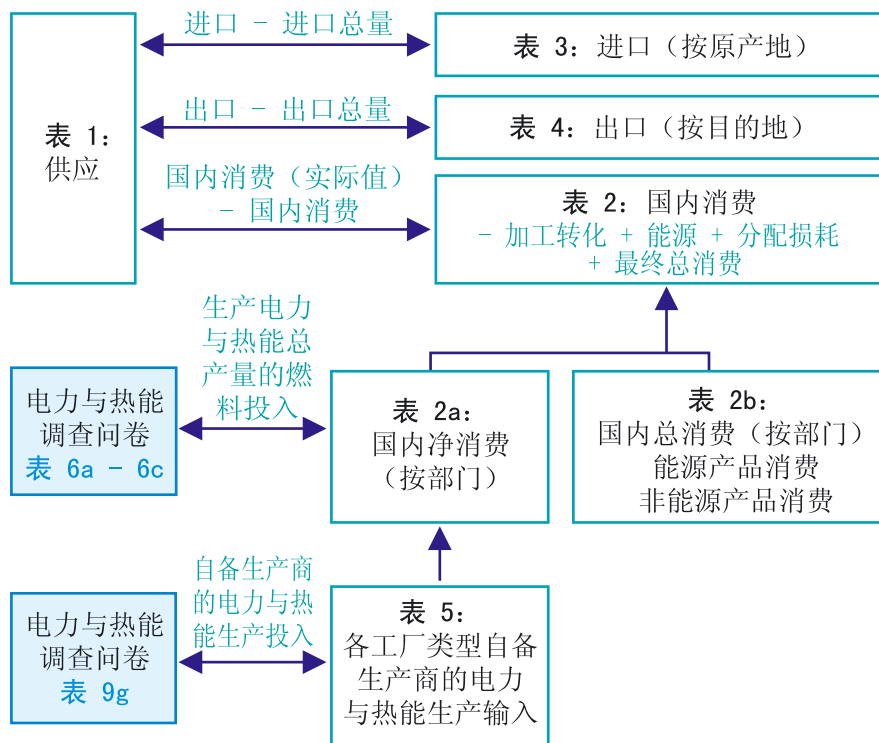
与联合调查问卷有关的特定信息

天然气调查问卷的结构如图 3.1 中的流程图所示。调查问卷包含五个表：

- 表 1：天然气供应（请参阅第 5 节）。
- 表 2a、2b：消费（按部门）（请参阅第 6 节）。
- 表 3：进口（按原产地）（请参阅第 5 节）。
- 表 4：出口（按目的地）（请参阅第 5 节）。
- 表 5：自备生产商的电力与热能生产投入（请参阅第 7 节）。

下文将对上述各表进行介绍。不过，有些关键的合计数据必须在各表之间保持一致。如图 3.2 所示。

图 3.2 ● 天然气调查问卷中的表格关系



下述合计数据必须在各表之间保持一致：

- 应对表 3 中的“进口（按原产地）”进行汇总，并在表 1 的“总进口”中报告总量。
- 应对表 4 中的“出口（按目的地）”进行汇总，并在表 1 的“总出口”中报告总量。

- 表 1 中的“国内消费估测值（太拉焦耳）”对应于表 2 中的“国内消费（太拉焦耳）”。
- 表 2a 中的“国内消费”是表 2b 中“转化行业”、“能源部门”、“分配损耗”加上“最终消费总量（能源产品消费 + 非能源产品消费）”的总和。
- 表 2a 中的“自给生产商电厂”数据对应于表 5 中的“自给生产商电厂的总输入”。
- 表 2a 中的“自给生产商热电联产厂”数据对应于表 5 中的“自给生产商热电联产厂的总输入”。
- 表 2a 中的“自给生产商热力厂”数据对应于表 5 中的“自给生产商热力厂的总输入”。

要点

请牢记调查问卷中各表之间的相互关系。
关键的合计数据应该保持一致。

5 天然气供应

如第 1 章“基础知识”第 9 节中的定义，天然气供应包括生产、贸易和库存变化。下文将对这三部分进行详细介绍。

生产

一般信息

天然气在开采之后、销售之前需要经过多项处理，具体取决于生产环境。图 3.3 介绍了各种处理流程。希望详细了解其中某些处理流程的读者可以参阅附录 1。

与联合调查问卷有关的特定信息

本地产量需要在表 1（供应）中进行报告。

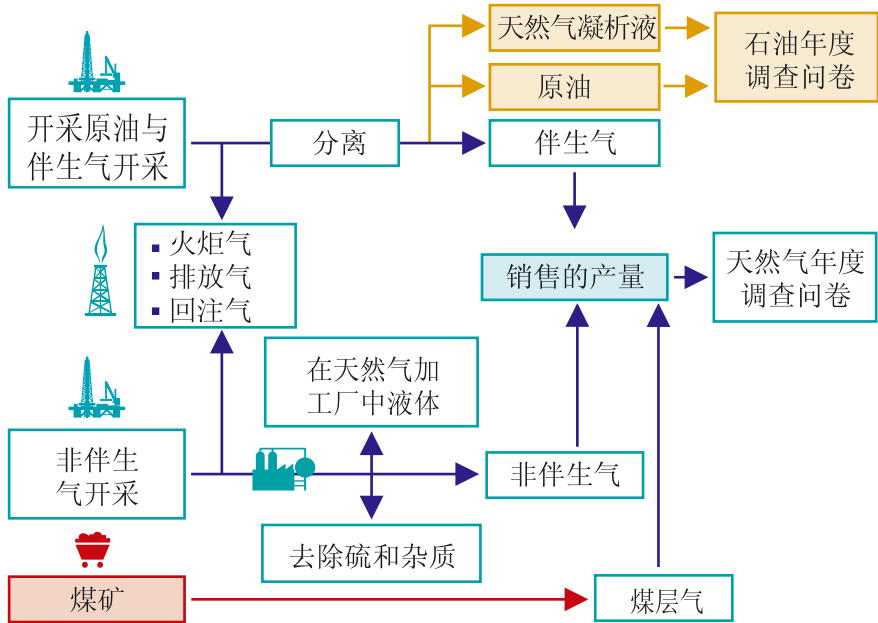
从流程图 3.3 中可以很清楚地看出，很难划分一个统计界限来确定哪些天然气流应包含在统计中，哪些天然气流不应包含在统计中。

不过，在填写天然气调查问卷时，报告的本地产量应为销售的产量，并且是经过净化并提炼出天然气凝析液和硫之后的产量。

但请务必牢记：

- 开采原油时获得的伴生气应在天然气调查问卷（表 1）中进行报告。

图 3.3 ● 天然气生产流程简图



- 不应包括排放气、火炬气或回注气。但环保机构需要排放气和火炬气数据，以便对油气生产活动中的逸散情况进行评估。因此，需要分别对其进行报告。
- 天然气行业在各种分离和处理过程中消费的天然气量（这些天然气通常未经过销售）应包含在生产数据中。

生产数据需要同时以能量单位 (TJ) 和体积单位 (Mm³) 进行报告。值应四舍五入为整数，并且不允许出现负值。

要点

本地产量应为销售的产量，包括加工厂消费的量，但不应包括排放气、火炬气或回注气。

进口和出口

一般信息

天然气输送方式主要有两种：通过天然气管道以气态形式输送和通过液化天然气输送车以液态形式输送。

输送天然气的成本较高，并且难度较大，因此到目前为止天然气贸易的发展仍然有限。在 1971 年，天然气贸易仅占天然气消费总量的 5.5%。但在过去的几十年中，天然气贸易经历了一个快速发展的时期。现在，天然气贸易在天然气消费总量中的比重已超过四分之一。

此外，如果过去天然气市场主要是当地市场，那么随着更高效天然气管道技术的发展，天然气市场的区域化特点更加明显（例如欧洲市场、北美市场等）。气田离消费区域越来越远，并且天然气现货市场也在不断发展，这些发展趋势必将推动天然气市场快步走向全球化。

由此可见，天然气在能源市场中将扮演越来越重要的角色，因此掌握翔实可靠的天然气进口和出口数据至关重要。不过，有时报告天然气贸易原产地和目的地非常复杂，因为天然气通常通过管道进行输送，而这些管道可能会穿越多个国家/地区。

与联合调查问卷有关的特定信息

总进口和总出口需要在表 1 中进行报告。进口（按原产地）和出口（按目的地）需要分别在表 3 和表 4 中进行报告。

出于能源安全性考虑，天然气原产地和目的地是数据收集的重要内容。

对于进口，应了解（以便进行报告）天然气的最初原产地（天然气生产国）；对于出口，应了解本国生产的天然气的最终目的地（天然气消费国）。负责商业贸易安排的公司应该能够提供这些数据。

进口涉及的是要在国内消费的天然气，而出口涉及的是在国内生产的天然气。因此，贸易报告中不包括转口贸易和再出口。

贸易数据需要同时以能量单位 (TJ) 和体积单位 (Mm³) 进行报告。值应四舍五入为整数，并且不允许出现负值。

要点

进口涵盖输入到国内并用于国内消费的天然气，应按天然气生产国进行报告。

出口指在国内生产并输出到国外的天然气，应按天然气消费国进行报告。

因此，不包括转口贸易和再出口。

库存水平和变化

一般信息

在大多数国家/地区，天然气需求的季节性非常明显，冬季旺盛的天然气需求经常会对输送和分配系统造成巨大压力。为了缓解对长途天然气输送的需求，许多国家/地区都已开始着手建设天然气储备设施。此外，天然气战略性储备还有助于提高天然气供应的安全性。

在石油方面，决策者和市场分析人士及时、准确地掌握有关库存水平和变化情况的翔实数据越来越重要，尤其是在天然气在能源供应总量中的比重日益提高时。

根据天然气储备设施的特点，可以将其分为两大类：季节性储备设施或峰值储备设施。季节性储备站也可用于战略性目的，此类储备设施必须能够储备需求低迷期内积累下来的大量天然气，以便在需求旺盛期内逐渐消费掉。峰值储备站的储备量较低，但必须能够快速向输送网络输送天然气，以填补需求激增时出现的缺口。可以根据物理类型将不同的储备设施进行分类。有关详细信息，请参阅附录 1。最常用的有：地下水层（包括枯竭油田/气田）、盐穴、液化天然气调峰站、矿穴、废弃矿井以及储气罐。

天然气储备不同于天然气储藏。天然气储备指已生产出来并用于战略性、季节性或调峰目的的天然气。而天然气储藏指尚未生产出来，但根据地质数据分析，有理由确信将来可以从已知油藏和气藏中开采出来的天然气的估计量。

与联合调查问卷有关的特定信息

天然气库存水平和库存变化需要在表 1（供应）中进行报告。

需要同时报告期初库存水平和期末库存水平。期初库存指特定时期第一天的库存水平，期末库存指请求期结束时的库存水平。例如，在一个日历年中，期初库存指 1 月 1 日的库存水平，期末库存指 12 月 31 日的库存水平。

天然气调查问卷将对可用天然气的储备情况进行调查。库存水平变化与可用天然气的变化有关。（库存变化等于期初库存减去期末库存，负数表示库存积累，正数表示库存消耗。）

地下储库中含“垫层气”，该气体可以被视为是不能回收的，而是要留在储库中以确保储库正常工作。因此，垫层气库存水平需要单独提供以供参考。

库存数据需要同时以能量单位（TJ）和体积单位（Mm³）进行报告。

要点

需要在主供应表中报告可用气体的库存水平和变化，并以备注的形式单独提供垫层气的相关信息以供参考。

库存变化等于期初库存减去期末库存。

6 天然气消费

天然气消费发生在多个部门：

- 转化行业。
- 能源部门内部的能源生产行业。
- 天然气输送和分配过程中。
- 各个最终消费部门和机构（工业、交通运输、居民消费、服务业等）。其中包括天然气的能源和非能源消费。

下文将对这四个部门进行简要介绍，并着重介绍各个部门的最终使用情况对统计的具体影响。有关一般信息，请参阅第 1 章“基础知识”的第 8 节。

转化行业的天然气消费情况

一般信息

现如今人们对天然气的看法与 10 到 20 年前已大不相同。过去，天然气被视为是一种贵族燃料，仅用于重要场合，很少用于转化行业。现在，天然气已广泛应用于各个部门的各种场合，并且在作为燃料以产生能量方面的应用发展非常迅猛。对于复循环燃气涡轮（CCGT）发电厂和热电联产（CHP）厂，燃气涡轮技术的改进大大提高了天然气在产生能量方面的地位。与其它化石燃料相比，天然气在该领域具有更多优势：效率高、成本相对较低、清洁。天然气是最清洁的化石燃料，有助于环保，因此人们对天然气的需求将不断增加。

近几年来，采用天然气为燃料的发电量在全球发电总量中的比重已达到近 20%（1973 年为 13%），而采用天然气为燃料的产热量则占全球热电联产厂和热力厂产热量的一半。

与联合调查问卷有关的特定信息

转化行业包括按工厂类型（即发电厂、热力厂或热电联产厂）和生产商类型（即公用部门和自备生产商）对发电量和产热量进行统计。有关这些不同类别的详细信息，请参阅附录 1 的第 1 节。

天然气用作原料转化为液体（例如生产甲醇），应在加工转化部门中进行报告。转化为液（表 2a）。天然气凝析液的产量应在石油调查问卷（表 1）的“其它来源”中进行报告。

要点

转化为其它能源形式的天然气要在转化行业能源投入中进行报告。

能源部门的天然气消费情况

一般信息

能源部门的消费包括“自用”。其中包括能源行业因进行开采（采矿、生产石油和天然气）或加工转化活动（例如，加热或操作泵或压缩机而消费的天然气）而消费的天然气。

与联合调查问卷有关的特定信息

在能源部门中，分部门指各种能源生产行业。然而，液化厂。

对于液化厂，需要在此部门中报告因进行天然气液化而“自用”的天然气量。这通常可以通过液化厂的天然气投入与液态天然气产出之间的差额来测量（但包含了些能源损耗）。尽管会通过冷却（至零下 160 摄氏度）将天然气从气态转化为液态，但甲烷的成分并未发生任何变化。因此，液化处理过程不在转化行业中进行报告。液化处理过程中消费的能源将作为能源部门（气体液化厂分部门）的消费进行报告。

要点

能源部门包括开采和加工转化活动中消费的能源。

天然气输送和分配损耗

一般信息

天然气通常通过管道进行长途输送，因此发生损耗在所难免。

提到输送和分配损耗时，通常的理解是输送损耗指天然气长途输送过程中发生的损耗，分配损耗指天然气供应链的当地分配网络中发生的损耗。

发生这些损耗可能是因为测量方法不同，例如测量天然气流时的校准情况不同，或者测量时的温度和气压不同。此外，管道还会有或多或少的泄漏。

所有这些差额均可归类为天然气从生产到消费点期间的输送和分配损耗，即输送和分配损耗。这些损耗在全球天然气供应中所占的比重不到1%，但不同国家/地区之间有很大差异。

与联合调查问卷有关的特定信息

分配损耗类别（表 2a）应包括天然气输送和分配过程中的所有损耗，其中包括管道损耗。

管道压缩机为了在管道中输送天然气而消费的天然气应作为交通运输部门消费（表 2b）的一部分进行报告。

要点

输送过程中发生的损耗应包括在分配损耗中。

管道运作所消费的天然气应包括在交通运输部门（管道输送）损耗中，而不应包括在天然气输送和分配损耗中。

最终消费

一般信息

最终消费指输送给交通运输部门、工业部门以及其它部门中最终消费者的所有能源。不包括加工转化所消费的天然气和/或能源生产行业自用的天然气。这三个主要部门的机构在第 1 章“基础知识”的第 8 节中进行介绍。

交通运输部门使用的是压缩天然气 (CNG) 或液化天然气 (LNG)。压缩天然气 (CNG) 是特殊压缩天然气 (CNG) 车辆使用的天然气，储存在高压燃料缸中。之所以使用压缩天然气 (CNG)，部分原因是因为它是一种清洁的燃料。与车用汽油或柴油相比，压缩天然气 (CNG) 产生的废气和温室气体排放物要少。它最常用于轻型客车、小型载货卡车、中型载货卡车、公交车和学校班车。另一方面，液化天然气则备受重型应用场合的青睐，例如公交车、列车机车以及远程半挂车等。液化天然气需要非常低的储存温度，并具有挥发性，因此在交通运输方面的应用备受限制。

需要收集最终消费部门和机构中天然气的能源消费和非能源（原料）消费数据。作为原料，最重要的应用是在化学和石油化学行业中。

天然气中的甲烷是化学行业中多种工艺流程所用碳和氢的重要来源。最常见的应用是制造生产农业肥料所需的氨。不过，甲烷也可用于制造甲醇和炭黑。这些过程都有各自的热量需求（可以通过燃烧天然气来获得）。

甲烷用作石油化学处理流程（例如蒸汽裂解、氨生产和甲醇生产）中的燃料时，可以视为能源消费。

但用作处理流程（例如为生产乙烯、丙烯、丁烯、芳香烃、丁二烯以及其它非能源碳氢化合物原材料而进行的裂解和重组）中的原料时，可以视为非能源消费。

天然气约占全球最终能源消费总量的 16%。能源产品和非能源产品消费之间的份额可能会因国家/地区的不同而有很大差异，具体取决于石油化学行业活动的规模。

与联合调查问卷有关的特定信息

为石油化学行业供应天然气时，通常很难获得作为燃料供应的天然气量。石油化学行业的天然气供应商可能会将供应的所有天然气都归类为原料。在这种情况下，最好是简化来自该行业的报告，并从该行业的化学和石油化学机构获取更多的准确数据。这些机构更能够提供用于发热或其它燃料用途的天然气信息。

要点

天然气有两种用途：能源和非能源用途。

在适当的部门报告这两种用途。

自备生产的投入

一般信息

随着环境问题的重要性日渐突出，确定每个行业 and 消费部门各自的燃料总消费已是刻不容缓。只有这样才能针对每个部门制定旨在节能和减少温室气体排放的适宜措施。

有关自备生产的一般信息和定义，请参阅第 2 章“电能与热能”的第 1 节。

与联合调查问卷有关的特定信息

自备生产商的电力与热能生产投入需要在表 5 中进行报告。

该表按生产电力和热能以进行销售的自备生产商的基本经济活动，提供他们所消耗燃料的相关信息。该表分为三列，分别对应于三个公认的生产厂类型：电厂、热电联产厂和热力厂。这些数据用于跟踪自给生产商的燃料投入以及电力和热能产出，这是联合国为了了解 CO₂ 排放情况所做的其中一项努力。

对于热电联产厂，为了分别报告电力和热能生产所消费的燃料量，需要采取方法来将总的燃料消费量分摊到两种能源输出上。即使热能未售出，这种分摊也是必须的，因为用于发电的燃料必须在转化行业中进行报告。请严格遵循附录 1 第 1 节中介绍的推荐方法。

请注意，此表中报告的总量应等于在转化行业中分别报告的总量。另请注意，电能和热能调查问卷中也包括类似的表。为了避免报告中出现不一致的情况，请与您所在国家/地区中负责填写电力调查问卷的人员联系。

要点

需要报告各个部门中自备生产商消费（作为电力和热能生产投入）的天然气。



1

什么是石油？

一般信息

石油是一种由液态碳氢化合物（含有氢、碳的化合物）组成的复杂混合物。石油是在沉积岩的地下储层中自然形成的。石油（petroleum）一词源于拉丁语中的 *petra*（意为“岩石”）和 *oleum*（意为“油”），在英语中它通常可以和“oil”一词互换使用。从广义意义讲，一次（未精炼）和二次（精炼）产品都称为石油。

原油是最重要的石油，可用于生产石油产品，但也可以使用其他几种原油来制造石油产品。各种各样的石油产品都可以取自于原油，其中许多产品都有特定用途，如车用汽油或润滑剂；有些则用于普通供热用途，如粗柴油或燃料油。

石油产品的名称通常来源于在西欧和北美普遍使用的名称。这些名称在国际贸易中较为常用，但不一定与地方市场中使用的名称相同。除了这些石油之外，还有其他一些“半成品”石油，它们还将在炼厂或其他地方进一步加工处理。

石油供应及其在工业化经济中的用途显得非常复杂，这同时涉及到能源消费和非能源消费。因此，以下的用途说明只能作为一般性指导，而不应视为硬性规定。对于问卷中提及的过程和活动，附录 1 提供了完整的说明。

无论是泛指原油还是专指精炼产品，石油都是全球贸易规模最大的产品。因此，必须尽可能全面、准确、及时地收集与所有石油流和产品有关的数据。尽管石油供应的绝对数量仍在增长，但它在全球能源供应总量中的比重已从 1973 年的 45% 下降至近年的 35%。

与联合调查问卷有关的特定信息

石油调查问卷涵盖了在炼厂加工的石油和取自于它们的石油产品，其中包括石油的所有供应来源、用途以及热值。

原油并不是炼厂的唯一原料，其他一次或二次石油也可以作为原料：天然气液（凝析油）、炼厂原料、添加剂和含氧化合物以及其他碳氢化合物，如页岩油或从沥青砂中提取的合成原油（请参阅表 4.1）。

表 4.1 ● 一次石油和二次石油

一次石油产品	原油	
	天然气凝析液	
	其他碳氢化合物	
二次产品 炼厂原料投入	添加剂/混合成分	
	炼厂原料	
二次石油产品	炼厂干气	用于交通运输的柴油
	乙烷	用于加热和其他用途的粗柴油
	液化石油气	民用燃料：低硫
	石脑油	民用燃料：高硫
	航空汽油	石油溶剂 + SBP
	汽油型喷气燃料	润滑剂
	无铅汽油	沥青
	含铅汽油	石蜡
	煤油型喷气燃料	石油焦
	其他煤油	其他产品

从原油中可以衍生出全部的石油产品系列 - 从液化石油气 (LPG) 和车用汽油等轻质产品到燃料油等重质产品。

附录 2 给出了这些一次和次二次石油产品及其规格的完整介绍。这些规格非常重要，因为某些产品在世界各地的名称各不相同，例如，炉用燃料油 (stove-oil) 和重油 (mazout)；因此应从供应商处获得石油产品的规格，从而可以使用石油调查问卷中的产品名称来报告这些产品。

要点

石油是一种由液态碳氢化合物组成的复杂混合物，它是在地下储层中自然形成的。

2 哪些是用于表示石油的单位？

一般信息

液体燃料可以按其质量或体积来测量。对于任何一种测量方式，在石油工业中都使用了多种单位制。

- 对石油而言，使用最广的质量（重量）测量单位是公吨。例如，在石油工业中经常根据油轮的容量（公吨）来描述它们，一艘超大型油轮（ULCC）可以运载 320 000 公吨。
- 大多数液体和气体燃料都是以体积单位作为原始单位。液体可以用升、桶或立方米来测量。使用体积作为测量单位的常见事例是石油价格，石油的报价单位正是“美元/桶”。

由于液体燃料可以按质量或体积来测量，因此有必要在这两种单位之间实现换算。而在进行换算时，需要知道液体的比重或密度。

由于原油中包含一系列从轻质到重质的碳氢化合物，因此各种原油的特性（包括密度）存在很大差异。与此类似，不同石油产品的密度也千差万别。

按照密度不同，石油产品可以划分成从轻质到重质的产品，例如密度为 520 kg/m^3 的 LPG 被认为是轻质产品，而密度超过 900 kg/m^3 的燃料油则被认为是重质产品。

请注意：许多国家/地区和组织在发布能源平衡表时都使用吨油当量（toe）为单位。toe 单位基于热量属性，使用此单位可以将石油与其他能源形式进行比较，但不应与质量度量中的吨混淆。

与联合调查问卷有关的特定信息

问卷中采用的单位是“千公吨”。当使用其他质量单位时，需要使用附录 3 提供的换算系数将数据换算为公吨。

从体积换算到质量时，应当使用原油和石油产品（包括燃气，如炼厂干气）的特定密度（请参阅第 3 节）；如果无法获得这些数据，请使用附录 3 显示的平均系数。这些数据均应使用没有小数位的整数。

要点

在问卷中请以“千公吨”为单位来报告石油数据。这些数据均应使用没有小数位的整数。

3 如何从体积换算到质量？

一般信息

世界各地的石油工业使用的测量单位不尽相同。例如，在欧洲普遍接受的测量单位是公吨，而在美国更多使用的却是体积单位“桶”。日本也使用体积单位来衡量石油供需，但其标准单位是立方米。

面对世界各地千差万别的单位制（既有体积单位，又有质量单位），只有将它们换算为一种通用单位，才能实现比较。石油工业在国际上主要使用桶（bb1）作为参考单位。在生产流和需求流等特定方面，通常使用“桶/天”（b/d）为单位。

如上所述，在从质量换算为体积或进行反向换算时，石油的比重或密度必须为已知信息。为了更好地理解石油的换算系数，需要先对一些术语进行解释，但此处不会涉及过多的技术细节。

密度的定义是“单位体积的质量”，如“吨/桶”。比重是指某种物质与水的单位体积重量（或水的密度）之比。水的密度为 1g/cm^3 。举例来说，车用汽油的密度比水低，因为它在相同体积下的重量比水轻。因此，车用汽油的比重小于 1。由于体积会随着温度改变而不断变化，因此比重数据都是基于某个特定温度而定（对于石油，此温度通常为 15 摄氏度）。此外，人们还经常以百分比形式引用比重，例如当比重为 0.89 时将其显示为 89。

石油的比重通常以“API 比重”（美国石油学会采用的标准）来表示。

注意：API 比重的定义为： $(141.5/60^{\circ}\text{F 时的比重}) - 131.5$ 。

所得结果是一个用于衡量比重的主观尺度，用 API 度数表示。化合物越轻，其 API 比重量数越高。例如，被认为是轻质的原油通常大于 38 API 度，而低于 22 API 度的原油则视为重质原油。

普通比重和 API 比重之间呈反方向变化，而 API 比重与每吨能量含量呈同方向变化，即 API 比重越高，每吨石油的能量含量也越高；而普通比重与单位体积能量含量成正向关系。

特定信息

石油调查问卷中要求以公吨为单位报告石油数据。因此，各国统计人员往往需要将体积数据换算为公吨。

各国统计人员应尽最大努力向提供报告的企业了解如何将原油和石油产品量从体积换算为公吨的有关信息。这对某些气态形式的石油产品（如炼厂干气、乙烷、LPG）尤为重要，因为它们必须以质量单位表示。

在附录 3 中可以找到部分石油产品的密度和总热值。

下表提供了将两项不同月份（1 月和 2 月）的数据从体积（本例中为“桶/天”）换算为质量（公吨）的示例。

表 4.2 ● 从体积换算为质量 - 示例

进口	按“桶/天” (体积单位) 报告的数据	天数/月 份	密度 质量/体积 (平均)	体积/质量 吨/桶 换算系数	换算后以公吨 (质量单位) 表示的数据
原油	1020	31	0.13569	$1/0.13569=7.37$	$(1020 \times 31)/7.37=4290$
车用汽油	546	28	0.11806	$1/0.11806=8.47$	$(546 \times 28)/8.47=1805$

要点

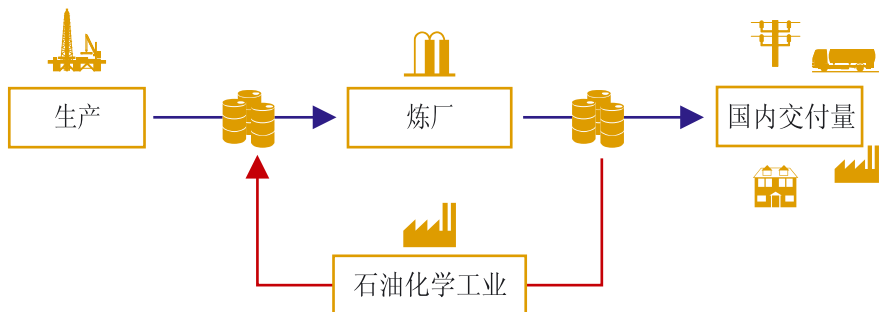
在问卷中，请使用基于实际密度的适当换算系数将液体燃料从体积换算为质量。

4 石油流

一般信息

由于整个产品链上充斥着各式各样的元素，从生产到最终消费的石油流非常复杂。下面提供了一个简化的石油流示意图，它涵盖了面向炼厂的输入供应、面向最终用户的成品供应以及与该流程相互作用的石化产品流。下文将进一步阐述供应链上的主要环节。

图 4.1 ● 石油流程简图



要全面了解一个国家/地区的石油流状况，必须对一次和二次产品的生产、贸易、储备、能源部门、转化和最终消费等主要环节有清晰的认识。

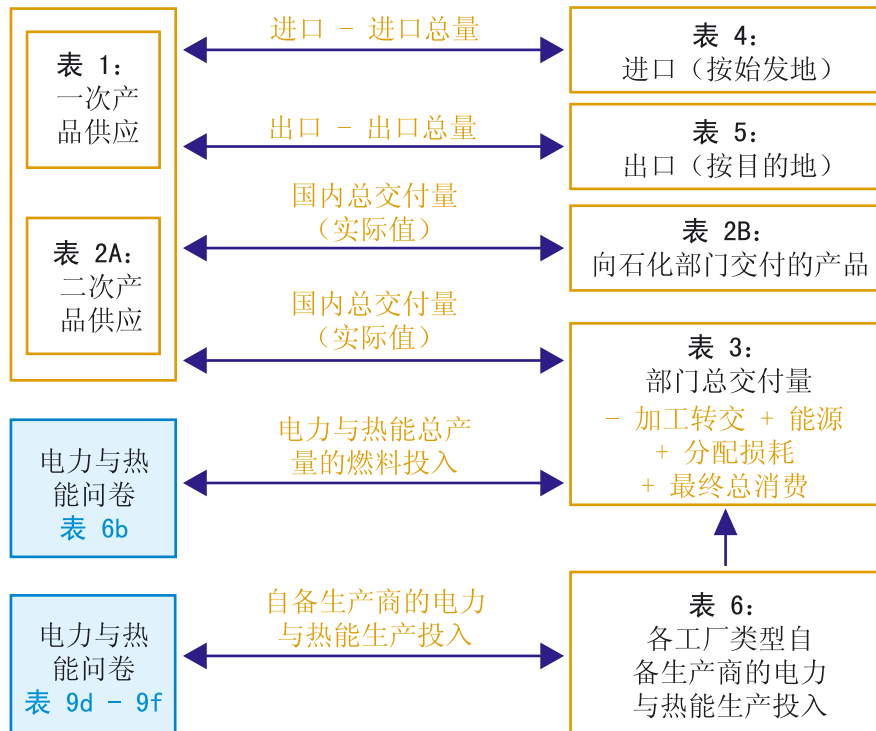
与联合调查问卷有关的特定信息

石油问卷包括 6 个表格，各个表格的性质如下：

- 表 1：原油、天然气凝析液、炼厂原料、添加剂和其他碳氢化合物的供应
- 表 2A：成品供应
- 表 2B：交付给石化部门的产品
- 表 3：按部门划分的总交付量
- 表 4：进口（按原产国/地区）
- 表 5：出口（按目的国/地区）
- 表 6：自给生产商的电力与热能生产输入

在每个表格中报告的数据必须能正确汇总，并且这些合计数据在存在逻辑关系的表格之间必须保持一致。下图显示了这些表格之间的关系：

图 4.2 ● 石油调查问卷中的表格关系



下述合计数据必须在不同表格之间保持一致：

- 在表 1 中作为炼厂原料被转换的产品应符合表 2A 中已转换产品的合计。表 1 中的直接使用合计应符合表 2A 中的一次产品入库合计。
- 表 4 中按原产地报告的进口量应该汇总，并将汇总额在表 1 和表 2A 的进口总量下报告。
- 表 5 中按目的地报告的出口量应该汇总，并将汇总额在表 1 和表 2A 的出口总量下报告。
- 表 2B 中的国内总交付量合计应符合表 2A 中的国内总交付量（实际值）。表 2B 中从石化部门回流到炼厂的数量应符合表 1 中的石油化学工业回流量。
- 表 3 中的国内总交付量应符合表 2A 中的国内总交付量（实际值）。

所有进入炼厂的石油应与所生产的产品的总产量合计外加任何呈报的损耗保持平衡。因此，下述公式将适用于检查：

$$\text{炼厂实际投入（表 1）} = \text{炼厂总产出（表 2A）} \\ + \text{炼厂损耗（表 1）}。$$

除此之外，在石油处理过程和活动中，石油产品的重新分类也会使产品名称发生变化。举例来说，作为“粗柴油”进口的石油数量可能用于“原料”，从而报告在问卷内不同表格中的相应名称下。

下文介绍了如何对所报告的数量执行相应的一致性检查，以及会影响石油流的报告和定义的特定问题。

要点

请牢记问卷中各个表格之间的相互关系。关键的合计数据应保持一致

5 石油供应

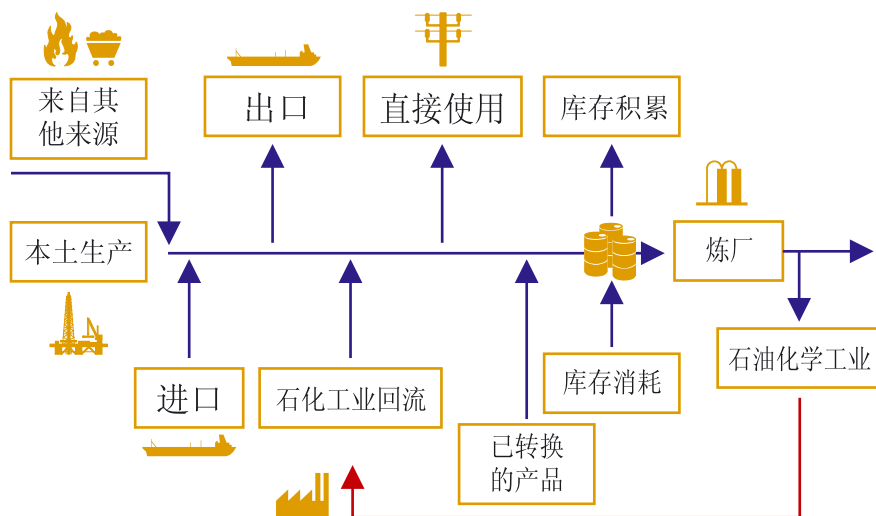
石油供应链十分复杂，因为炼厂有多种类型的原料，最终产出的产品也非常广泛，并具有多种用途。此外，石油化学工业还存在特殊性：它使用石油产品为原料，而将石油副产品送回工厂进一步加工处理。下文将首先介绍石油供应链的 3 个部分，即：原油供应、成品供应和石油化学工业流。在对石油化学工业的说明之后，将提供同时适用于原油供应和成品供应的贸易与储备信息。

原油、天然气凝析液、炼厂原料、 添加剂和其他碳氢化合物的供应

一般信息

下图显示了各种原料从生产到炼厂输入之间的流程图。为了便于全面了解原油、天然气凝析液、炼厂原料和其他输入的供应链，此流程图特意经过简化。

图 4.3 ● 原油、天然气凝析液、炼厂原料、添加剂以及其他碳氢化合物的供应



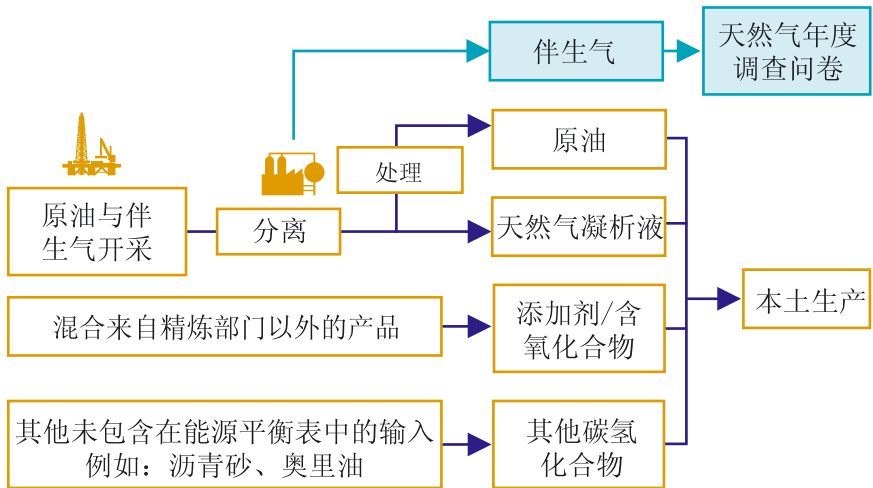
下面将进一步说明上图所示的一些流程：

本土生产：在介绍原油的生产过程之前必须要说明的是，石油生产有两种含义，这取决于生产是涉及一次产品还是涉及二次产品。对初级产品而言，原油、天然气凝析液和浓缩物的本土生产是指从地下开采这些产品的过程。对于二次产品，炼厂产出是指炼厂或混合厂的成品生产（请参阅以下章节中的“成品供应”）。

原油的生产可能位于不同地点（陆上或海上），也可能采用不同类型的油井（取决于是否同时开采天然气）。从联合油井开采的燃气可能被燃烧、被排入大气、被回注或用于天然气的生产（请参阅第 3 章“天然气”）。

从油井中生产的原油是由石油、水、沉积物和溶解的气体（甲烷、乙烷、丙烷、丁烷和戊烷）构成的混合物。首先，需要从石油/水混合物中分离出所有气体。分离这些气体的原因是，它们具有较高的价值并可直接投放市场，例如丙烷和丁烷便属于液化石油气（LPG）。随后，还将在处理厂中除去沉积物和其他无用物质。

图 4.4 ● 本土生产流程简图



对于陆上油井，气体分离是在井口分离设备中完成的；对于海上油井，则是通过钻探平台上的分离器来完成。其中甲烷可用于生产天然气，其他成分则用于形成天然气凝析液（NGL）。但天然气凝析液也可以与天然气一同生产。

原油的类型丰富多样，其特性也存在着较大差异。从经济学的角度来说，原油最重要的特性是其比重和含硫量，这些正是决定原油价格的砝码。

在填写供应平衡表时，生产数据中还需要包含其他输入原料，例如添加剂、含氧化合物和其他碳氢化合物。添加剂和含氧化合物是指为了改善燃料属性而添加到燃料中的物质（通常为非碳氢化合物），如含氧化合物可以增加车用汽油中的氧含量。

对于以沥青砂为原料的乳化油（如奥里油）以及合成原油等产品，其产量包含在其他碳氢化合物类别中。这个产品类别还涵盖了页岩油、通过煤液化工艺得到的液体、氢以及其他产品。

炼厂投入是指进入炼厂工艺中的石油（包括添加剂、含氧化合物和其他碳氢化合物）总量。炼厂吞吐能力是指上述投入与相应的精炼产品产出（在下文“成品供应”小节中，将作为炼厂总产出进一步介绍）。该投入和产出之间的差额即为精炼过程中发生的损耗，如分馏期间的蒸发。

与联合调查问卷有关的特定信息

问卷表 1 中的本土产量应仅包括可销售的原油、天然气凝析液和其他碳氢化合物的产量。

对于供应给炼厂的产品，还有其他一些类别对其生产有所影响，下文将对此进行简要介绍。有关贸易以及库存水平和相关变化的说明，请查看以下相应章节。

来自其他来源：这是指其生产被涵盖于其他燃料平衡表中的石油。例如，将天然气转换为用作汽油成分的甲醇、通过对煤进行液化来生产石油产品，或者用油页岩生产页岩油。如果其一次能源形式的生产已包含在其他燃料平衡表中，那么这些石油产品的投入原料应作为来自其他来源报告。以对煤炭进行液化来生产合成油为例：煤的生产涵盖在煤炭问卷中，煤炭液化厂的投入原料在煤炭问卷的转化行业（表 1）中报告，而通过此工艺获得的合成油将在石油问卷中作为其他碳氢化合物下的来自其他来源进行报告。

石化工业回流是指从石化工业过程回送到炼厂的石油，它们是对炼厂提供给石化企业的原料油进行加工后获得的副产品。炼厂可以将回流产品用作燃料，也可以将它们包含在成品中。在表 1 中报告的石化工业回流量合计应与表 2B 中报告的回流量相同。

已转换的产品是指以其他名称重新分类的石油产品。在表 2A 中有相应的一行，已转换的数量应在此报告。当进口半成品用作炼厂原料，从而应在表 2A 的进口数据中体现出来时，便需要进行重新分类。作为原料使用的产品数量将在表 2A 的已转换的产品一行中显示为负数，而已转换产品的总计将在表 1 的炼厂原料一列中显示为正数。

炼厂损耗是指炼厂总的石油吞吐能力（在表 1 中报告的炼厂实际输入）与成品总产量合计（在表 2A 中报告）之间的质量差额。这种损耗源自实际的石油损耗以及将炼厂内部使用的统计数据换算为质量单位时所存在的误差。

直接使用是指不进入炼厂而是直接进入消费的数量。在炼厂外部“直接使用”的原油和/或天然气凝析液还必须在表 2A 中报告，从而使其后续处理能得以说明。此时，在原油和天然气凝析液的直接使用条目下输入的任何数据必须等于在表 2A（初级产品入库）中显示的数据。

炼厂投入（计算值）的公式是去除出口和直接使用之后的下述各项的总和：产量、来自其他来源的投入、回流、转换（如上文分别所述）以及进口和库存变化的总量。

要点

本土产量涉及国家境内可销售的产量，包括海上产量。

炼厂投入是指进入炼厂工艺中的石油总量。

析液被作为天然气凝析液进行处理时，才应显示在天然气凝析液一列中。天然气凝析液在处理前可分离成乙烷和液化石油气。如果是这样，则应在相应列中以一次产品入的形式报告这些气体，而其处理将与炼厂干气的处理相结合。

产品的炼厂总产出必须包括在炼厂内以燃料方式使用的产品（请参阅下文的“炼厂燃料”）。如果仅给出了单独的炼厂燃料数据和炼厂净产量，则必须将炼厂燃料添加到净产量中，以获得总产量数据。但更常见的问题是，给出了产量数据，但炼厂燃料数据不详。在这种情况下，产量数据往往是净产量。此时，统计人员应检查是否所有的常规石油产品都已报告，如果没有，则应询问缺失的产品是否正是炼厂为支持其运转而使用的燃料，然后再寻求途径对相关数量进行评估。评估缺失产品和/或炼厂燃料的数量级的方法之一，是对表 1 中的炼厂实际入和报告的总产量进行比较。

回收产品是指在使用后被回送到回收厂进行清洁和再处理的产品，它们将被添加到第 3 行的相应列中。这一类别下的产品很少。最常见的产品是用过的润滑油，它们在经过清洁后可以再投入使用。

炼厂燃料是用于支持炼厂运转的燃料，而将产品运输到消费者处所消耗的燃料并不包含在内。用于生产电力和商业热能的燃料应该包括在炼厂燃料数据中，但同时应分别在表 2A 的底行以及表 6 的分表中报告。

产品间转换涵盖了产品之间的变动，它们代表着由于产品品质发生变化进而导致规格变化而引发的产品重新分类。例如，可以将变质或失效的航空涡轮燃料重新划分为加热用煤油。转换量在转出的产品列中显示为负值，在接收的产品列中为正值。此时应遵循的原则是，同一行中所有产品的总和应该为零。

国际海运加油是指供国际航行船舶消费的石油产品（船用油），它们代表着一个国家/地区石油流的特殊情形。这些油料用作船舶燃料，而不属于船货的范围。无论注册国家/地区为何处，所有船舶均应包括在内，但必须是从事国际航行的船舶。换言之，船舶的第一个停靠港口必须在外国。国际海运加油统计还应包括向国际航行的海军船只提供的燃料。为了确保国际海运加油的数据符合此处的定义，进行统计时应该十分谨慎，尤其应排除渔船所使用的船用油。

要点

炼厂产出应当以总产量形式报告，其中包括炼厂用于支持其运转的任何燃料。

石油化工流

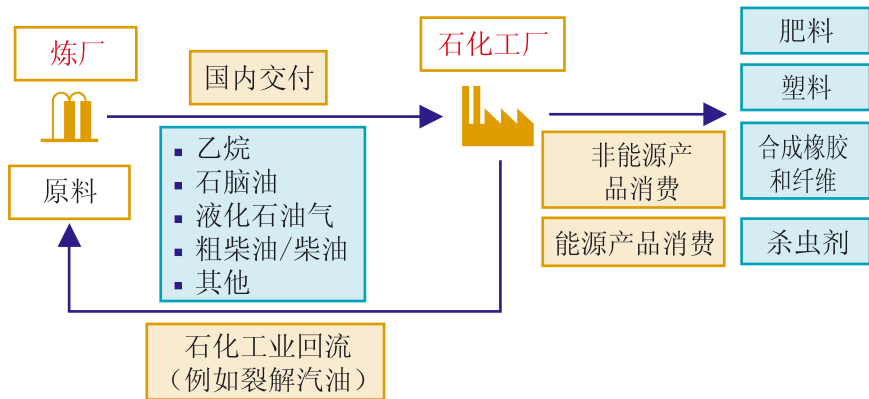
一般信息

石油产品的主要用途在于其能源特性，但石油也存在一些非能源消费，这主要体现在石油化学工业中。石化产品是从石油衍生出来的化学品，可以用作多种商业产品的基本化学原料。石化工业可追溯到上个世纪 20 年代早期，经过长久的发展，现在石化工业的产品已是种类繁多，无论是塑料、合成纤维和橡胶还是肥料、杀虫剂、清洁剂和溶剂的生产都离不开它提供的原料。石化产品在纺织、食品、制药、汽车和油漆制造等众多行业中不可或缺。石化原料取自于一些石油产品，主要有石脑油、液化石油气和乙烷。

石化工业不只是石油产品的消费大户，更是石油产品的生产者 - 提取从事石化产品生产所需要的成分，并将副产品送回炼厂或投入市场。

以下显示了炼厂和石油化工厂之间的石油产品流向图。

图 4.6 ● 向石化部门交付的产品



与联合调查问卷有关的特定信息

石油化工流应在表 2B 中报告。下文将详细介绍这些流程。

总交付量代表以原料方式交付给石化公司的各种石油产品的总量。这一流程不应该是“净”流程，换言之，任何从石化公司回送至炼厂的石油产品都不应当从此交付量中减去。原料也可能涵盖了使用这些原料的工业过程对于燃料的部分或全部需求，但那些用作与工业过程无关的通常燃料的石油产品则不应包含在内。

石化部门中的能源消费是指所交付的原料油中用作加工期间的燃料的那一部分。而燃料是在加工期间从原料油中获得的某些副产品气体。燃料

使用信息应当通过石化公司获得，如果精炼和石化的联合加工均位于同一地点，那么石化公司可能通过炼厂来提供该信息。

石化部门回流是指从石化工业过程回送到炼厂的石油。它们是对炼厂提供给石化企业的原料油进行加工后获得的副产品。炼厂可以将回流产品用作燃料，也可以将它们包含在成品中。

要点

送往石化部门的总交付量是指在石化产品生产用作原料的石油产品。

回送到炼厂进行进一步处理或混合的产品应作为回流产品报告。

进口和出口

一般信息

石油行业中存在着一个基本经济事实，即发现石油的地区往往远离消费市场。三分之二的原油储量位于中东或俄罗斯，而将近 90% 的石油是在其他地区消费的。

这揭示了为何要将石油从生产区域运送到消费地区。由于石油的形态为液体，同时也是一种紧密的能源形式，因此易于运输。石油可以采用油轮、管道、铁路和卡车运输，并且在生产地区和消费地区之间存在着庞大的运输网络。

对于进出口的石油必须了解其原产地和目的地信息，这一点至关重要。对于国家/地区而言，了解其石油供应所依赖的出口国具有不言而喻的重要性，只有这样，在发生出口供应危机时，才能够确定从该国进口的石油量是多少。与此类似，了解石油出口的目的地也非常有益（虽然其重要性不如产地信息），这样即可在发生危机时了解哪些出口国/地区将受到影响。

与联合调查问卷有关的特定信息

贸易数据应在问卷的多个表格中报告。合计进出口数量应以总计方式在供应平衡表中报告；在其他表格中则需要按原产地和目的地提供分立的数据。

来自所有原产地的所有进口量的总计必须等于为供应表中每种产品报告的进口量。类似地，按目的地分类的所有出口量的总计必须等于为供应表中每种产品报告的出口量。

对于年度石油调查问卷所涵盖的特定国家/地区，在问卷的报告说明中“地理定义”部分，提供了这些国家/地区在地理范围上的精确领土定义。

对于跨越国界的贸易量，不论海关是否进行了清算，都应将其作为进口或出口量来考虑。

根据加工协议（即客户来料精炼）进口和出口的原油和产品量也应包括在内。对于为在保税区（或自由贸易区）内进行加工而进口的石油，其再出口应作为前往最终目的地的产品出口而包括在内。

在对进口的液化天然气进行再气化期间提取的任何液态气体（如液化石油气），应作为进口而包含在本问卷中。石化工业直接进口或出口的石油产品也应纳入在内。

对于未在贸易表中单独列出的进口原产地或出口目的地，应按照年度石油调查问卷附录 1 中的说明在相应的“其他”类别（非洲其他地区、远东其他地区等）下报告。如果没有可供报告的原产地或目的地，则应在“其他未指定的”类别下报告。

如果进口和出口只有合计数据（来自海关或炼厂调查），而按地理位置细分的数据基于不同的信息来源，则可能出现统计差额。在这种情况下，请在“其他未指定的”类别下报告这些差额。

原油和天然气凝析液应以来自最初原产国/地区的形式报告；炼厂原料和成品则应以来自最终托运国/地区的形式报告。在两种情况下，所报告的原产地都应该是石油的生产国家/地区。对于一次石油，即原油和天然气凝析液，这是指其本土生产所在国/地区；对于二次石油而言，则是其精炼或加工的所在国家/地区。

所报告的数据应使用千公吨为单位。所有数值均应四舍五入为整数，并且不允许出现负值。

要点

原油和天然气凝析液应以来自最初原产国/地区的形式报告。

炼厂原料和成品应以来自最终托运国/地区的形式报告。

库存水平和变化

一般信息

石油库存是石油平衡表中一项关键的信息要素。大多数石油库存都对保持全球供应系统的正常运转不可或缺。库存有助于实现供需平衡；当供不应求时，库存将被消耗，而有助于满足需求；而在石油产品供过于求

时，库存积累又提供了一种消化渠道。如果在石油平衡表中未包含库存数据，则会导致市场缺乏透明。库存变化趋势是许多石油分析人员评估石油市场形势时的一项重要依据。

库存水平是价格的晴雨表。石油库存水平通常会决定价格，例如，当石油库存水平较低时，可能意味着存在短缺或储备需要补充，这又预示着价格可能攀升。另一方面，如果工业能获得充足的石油供应，则意味着价格有望下降。这正是必须了解全球石油储备情况的原因所在。

产品库存信息的重要性可能与原油库存信息不相上下。举例来说，原油库存水平揭示了针对各国炼厂的原油供应情况，因此也表明了炼厂能够在何种程度上满足国内市场需求。另一方面，如果在驾车旺季来临之前汽油库存较低，或者在冬季来临之前供暖油料库存较低，则可以为炼厂、石油公司和政府提供这样的警告信号：价格可能上涨，而且可能发生短缺现象，比如在 2000 年秋季遭遇的供暖油料短缺问题。

石油库存数据对政府或大型石油公司制订战略性决策尤为重要。为了通过制订长期规划来确保供应与需求相符，需要掌握汇总的、及时的库存信息。政府也需要广泛的库存信息，只有这样，才能在发生（国内和国际的）石油供应问题时作出适当的反应。石油库存是石油平衡表中一项关键的信息要素。

第一类库存的持有者是各种为市场供货的公司：从生产商、炼厂到进口商。这些库存位于炼厂储罐、批发油库、管道、驳船和岸边油轮（如果船只停留在同一国家/地区）、港口油轮（如果船只将在港口卸货）和内陆船舶的燃料箱中。此外，政府（如美国的战略石油储备）或储备组织（如德国的 EBV）也会出于战略目的而保持一定的库存。这些应包括在一类库存类别中。

第二类库存是指位于小型油库（容量低于一定水平的销售设施。在美国，该标准为 50000 桶。这些主要通过铁路或卡车进货）和零售机构中的库存。

第三类库存是指由最终消费者持有的库存。这些消费者可能是发电厂、工业实体或民用/商业部门的消费者。

与联合调查问卷有关的特定信息

年度石油调查问卷收集一国之内的第一类库存数据。其中不包括第二类和第三类库存以及在石油管道中储备的库存。未包括管道库存的原因在于，这些库存量无法起到实际作用，也就是说，只有将管道中的库存从管道中释放出来才能发挥库存的作用，但这样管道将无法正常工作。

石油库存和库存变化应在供应平衡表中报告。

期初库存水平是在报告年份的第一天（1月1日，除非使用财政年度）评估的一国之内的第一类库存量。期末库存是在报告年份的最后一天（12月31日，除非使用财政年度）评估的一国之内的第一类库存量。库存变化是用期初库存水平减去期末库存水平计算出来的。因此，库存积累将显示为负数，而库存消耗则显示为正数。

要点

库存变化应反映一国之内持有的初级库存的期初库存水平和期末库存水平的差额。

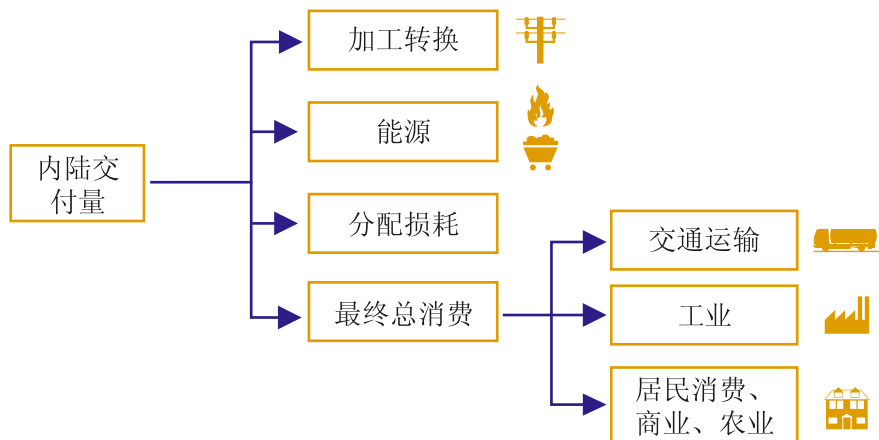
6 石油消费

石油产品具有广泛的消费领域。它们在燃料汽车（汽油）和家庭供暖（供暖油料）方面的用途十分明显，但基于石油的成分在塑料、药物、食品和其他大量产品中的用途则不那么显而易见。

石油消费主要发生在下列部门中：

- 转化行业。
- 能源部门中的能源工业。
- 石油运输和分配（但相当有限）。
- 各种最终消费部门和分支（工业、居民消费等），其中包含石油的能源产品和非能源产品消费。

图 4.7 ● 石油消费（按部门）



下文将简要介绍这些部门，其中强调了最终使用部门的特征对统计的影响。有关一般信息，请参阅第 1 章“基础知识”的第 8 节。

转化行业的石油消费.....

一般信息

在将石油加工转化成其他能源形式的过程中所使用的石油量应在转化行业中报告。这主要是指为生产电力或热能而燃烧的石油产品，但也涵盖了所有将石油产品转换为其他能源形式的情况。这方面的例子包括：在焦炉、高炉中使用的石油产品；在气化厂中用于生产煤气，或在专用燃料生产中用作结合剂的石油。

自上个世纪 70 年代以来，在发电方面使用的石油产品量一直在稳步下降。从 1973 年以来，用于发电的石油原料每年按 2.4% 的比率下降，当前的石油发电量在全球总发电量中所占的比例不到 8%，而在 1973 年，这个数字为 25%。

与联合调查问卷有关的特定信息

电力与热能的生产：电厂和热力厂是根据主要业务目的（公用或自备生产）及其生产的能源类型（电、热或二者联产）来划分的。

交付给电厂用于发电的石油总量应仅纳入转化行业之下。在含有热电联产（CHP）设备的电站中使用的石油量仅代表那些用于发电和生产商业热能的燃料。而呈报的交付给仅生产热力的自备厂商的燃料应该是它用于生产商业热能的那一部分。自备生产厂商用于生产非商业热能的燃料量将纳入相关经济活动部门的最终消费数据中。有关进一步的信息，请参阅第 2 章“电力与热能”。

高炉：仅报告注入高炉中的石油量。在钢铁厂其他位置使用的石油，或用于加热高炉空气的石油将以最终消费或能源部门自用的形式报告。请参阅附录 1 中关于高炉的备注。

石油化学工业：请参阅上述的“石油化工流”小节。从能源统计的角度出发，将输入的原料转换为回送到炼厂的“回流产品”的石化转换可视为燃料转换过程。因此，该过程的投入原料应在转化行业中报告。由于不同原料类型对回流产品的影响无法确切区分，因此在评估转化过程的原料投入量时需要采用一种简单的模型方式。

为了保证燃料总量数据的正确性，并且避免重复统计，必须在问卷稍后部分报告的化学和石油化学工业的最终消费中减去在转化行业下报告的数量。

要点

在转化行业中，应仅报告那些被加工转化为其他能源形式的石油和石油产品。

能源部门的石油消费.....

一般信息

除了如上所述用于转化行业之外，石油产品还可以在能源工业中用于为其能源生产提供支持。例如在采煤工业中，石油在煤矿的煤炭开采和制备过程中扮演着重要角色。这便是能源部门为支持其开采或转化活动而在加热以及操控发电机、泵或压缩机方面的石油消费。

与联合调查问卷有关的特定信息

在燃料和能源企业中消费，并从账目中消失而不是在经过转化后表现为另外一种能源产品的石油量，应在能源部门中报告。这些产品为燃料提取、转换或能源生产厂内的各种活动提供支持，但它们并不进入加工转化过程中。

请注意，加工转换为其他能源形式的石油量应在转化行业中报告。此时应注意将用于加工转换活动的加热过程和用于交通运输的石油区分开来。交通运输燃料应在交通运输部门中报告。此外，那些为支持石油和天然气管道的运转而消费的石油也应在交通运输部门中报告。

对于高炉，请仅报告用于加热高炉空气的石油量（如果使用石油加热）。注入高炉中的石油则应作为加工转化用途报告。

要点

在能源部门中，请仅报告能源工业用于为开采或加工转化活动提供支持的石油。

石油运输和分配损耗.....

一般信息

石油产品的运输和分配通常涉及多个运输和存储阶段。在从油田进入炼厂乃至送交到最终消费者手中，石油主要有四种运输方式。水路、管道、铁路和公路。运输期间的存储设施为产品运输提供了便利，在

替换运输方式时（例如在港口，油轮卸货，然后通过管道继续运输产品）通常可以看到这些存储设施。

在运输期间，有许多因素都可能导致供应流损失一部分石油。海上油轮泄漏是这方面最突出的事例，例如在 1989 年的阿拉斯加油轮泄漏事故中，将近 250 000 桶原油漂流入海。管道泄漏、火车出轨和油罐车事故也可能是导致运输和配送链上发生损耗的原因。

与联合调查问卷有关的特定信息

分配损耗类别（表 3）应涵盖在运输和分配期间发生的所有损耗，包括管道损耗。

如果没有呈报任何分配损耗，请向报告单位核实，以了解是否存在任何未包括在统计差额中的损耗。如果可以通过独立的措施来确定运输和分配损耗，则这些损耗量应在相应的类别下报告，而不要将其包含在统计差额中。

损耗应以千吨为单位报告，所报告的数值应为正数。

要点

石油产品在运输和分配期间发生的所有损耗量均应在分配损耗中报告。

最终消费.....

一般信息

最终消费是指交通运输、工业和其他部门（居民消费、商业、公共事业和农业）的最终消费者使用的所有能源，但不包括所有用于加工转化和/或能源生产工业自用的石油。

虽然石油在全球能源供应总量中所占的份额在近 30 年来一直有所下降，但这期间的全球石油消费仍保持增长。这种增长几乎完全归因于交通运输部门的能源需求增长，因为事实证明，当前难以找到能够替代石油在交通运输中发挥作用的能源。

交通运输是在全球石油最终消费总量中占据最大比例的部分，当前为 57%。这在 1973 年的基础上涨幅较大，当时的交通运输部门消费量占全球总消费量的 42% 以上。而工业和“其他部门”在 1973 年的基础上都呈下降趋势。它们在 1973 年的水平分别为 26% 以上和 25%，而当前仅为 20% 左右和 17%。

在收集最终消费部门和各个分支的数据时，是按能源产品和非能源产品（原料）消费来进行的。作为原料使用的情形最常见于化学和石油化学工业中。

与联合调查问卷有关的特定信息

交通运输部门

在此处报告的数据应同用于运输活动本身的燃料有关，其中不应包括运输公司非运输目的的燃料消费。与此相似，在工业或其他部门的运输方面消费的燃料应视作交通运输部门而不是工业或其他部门活动的消费。

航空运输：提供给飞机的航空燃料量应分摊到国内和国际飞行中。国内飞行燃料用量应包括用于军用飞机的燃料。国际飞行的定义方式类似于国际海洋航行的定义。只要飞行的下一个降落位置是国外的某个机场，便属于国际飞行。其他所有飞行都归为国内飞行。

公路运输：应在此报告任何类型的车辆在公共道路上运输时所使用的燃料量。野外用量应排除在外。

铁路运输：包括柴油驱动火车在货运、客运或因库存管理而进行调配所使用的所有石油。

内陆水道（国内航行）：应在此报告内陆水道上的船舶和沿海航运中的石油消费。从事国际航行的船舶所使用的石油燃料必须作为国际海运加油来报告。渔船消费的石油则必须在农业、林业和渔业下报告。

工业部门

在问卷中显示的工业分支的定义（根据其包含的经济活动）是参照 ISIC rev. 3 和 NACE rev. 1 给出的。在每份年度问卷随附的说明中提供了这些定义。工业部门包括建筑业分支，但能源业不包括。

在工业部门中报告的企业燃料消费数据不应包括用于发电和生产商业热能以及用于公路运输的燃料量（请参阅上文的“转化行业的石油消费”小节和“交通运输部门”上方的段落）。

消费量应涵盖所有用于非能源消费的燃料量，但它们还必须同时在表 3 中报告，以便能单独确定这些非能源消费的消费量。

其他部门

其他部门的分支（商业和公共事业、居民消费和农业）对所有年度调查问卷而言都是相同的，第 1 章的第 8 节（基础知识 - 最终能源消费）对此作了详细介绍。

非能源消费

有些燃料可能用于非能源消费，例如用作不同部门中的原料。这些产品既不会作为燃料来消费，也不会被转化成另一种燃料。有关详细信息，请参阅第 1 章的第 8 节（基础知识 - 燃料的非能源消费）。

要点

最终消费是指提供给最终消费者的所有能源，但不包括加工转化或在能源生产行业中的消费。

7 石油联合调查问卷的附加要求

自给生产的输入

一般信息

随着环境问题的重要性日渐突出，确定每个工业和消费部门各自的燃料总消费已是刻不容缓。只有这样才能针对每个部门制定旨在节能和减少温室气体排放的适宜措施。

有关自备生产的一般信息和定义，请参阅第 2 章“电力和热能”的第 1 节。

与联合调查问卷有关的特定信息

自备生产商生产电力和热能的投入原料应在表 6 中报告。

根据其基本经济活动，该表格提供了自备生产商的电力和商业热能生产所用燃料的有关信息。该表格分为 3 部分，分别对应于三个公认的生产厂类型：电厂、热电联产厂和热力厂。作为联合国了解二氧化碳排放情况作出的努力之一，这些数据被用于追踪自给生产商的燃料输入以及电力和热能产出。

对于热电联产厂，为了分别报告电力和热能生产所消费的燃料量，需要采取方法来将总的燃料消费量分摊到两种能源输出上。即使不存在商业热能，这种分摊也是必需的，因为用于发电的燃料必须在转化行业下报告。在本手册附录 1 的第 1 节介绍了推荐方法，请严格遵循此方法。

请注意，在此表中报告的合计应等于在转化行业（表 3）中报告的各项总计。同时还应注意，在电力和热能调查问卷中也包含类似的表格。为避免报告中出现不一致的情况，请与您所在国家/地区中负责填写电力调查问卷的人员联系。

要点

对于自给生产商用于发电和生产商业热能的石油，请在各自的相应部门中报告。

固体化石燃料 和人造煤气



1 什么是固体化石燃料和人造煤气？

一般信息

固体燃料和人造煤气涵盖了各种类型的煤以及衍生煤产品。大多数从事能源统计的组织都倾向于将薪材和木炭等固体可再生燃料作为可再生能源来报告和处理，这已经成为约定俗成的做法。因此，本章将不包括固体可再生燃料，它们将在第 6 章“可再生能源与废弃物”中介绍。

原煤是一种化石燃料，其物理外观通常如黑色或褐色的岩石，由碳化的植物性物质构成。煤炭的碳含量越高，其等级和品质也相应提高。煤炭类型是按物理和化学特征来区分的，这些特征决定了煤炭的价格和应用领域。本章涵盖的所有原煤产品均为固体燃料。此外，本章还介绍了泥炭，这是与煤炭紧密相关的另一种原煤燃料。

衍生燃料包括在煤炭处理期间通过煤炭加工转化而产生的固体燃料和气体。在“附录 1 - 燃料转换和能源生产过程”中介绍了有关衍生煤产品及其生产设备的详细信息。

煤炭主要分为 3 种类别：硬煤、次烟煤和褐煤。硬煤指总热值 (GCV) 大于 23865 kJ/kg 的煤炭，它包括两种子类别：焦煤（用于高炉），以及其他烟煤和无烟煤（用于取暖和制取蒸汽，因此该子类别被称为“动力煤”）。褐煤指 GCV 低于 17435 kJ/kg 的非炼焦煤。次烟煤则包括 GCV 介于另外两种类别之间的非炼焦煤。

次级或衍生产品包括专用燃料、型煤（BKB 和泥炭型煤）、燃气和焦炉焦、炼厂气和焦炉气、高炉煤气以及氧化炉气。

最近 30 年来，煤炭在全球一次能源供应总量 (TPES) 中所占比重一直稳定在 25% 左右，与 1973 年相比，其供应量增长了 56%。一个颇富意味的现象是，用于发电的煤炭消费量大幅度增加（幅度超过 250%），但另一方面，居民消费部门的消费量却减少了 65%。换言之，目前煤炭主要用于发电，在工业上的用途相对较少。

与联合调查问卷有关的特定信息

固体化石燃料和人造煤气调查问卷通常被称为煤炭调查问卷，因为它涵盖了各种类型的煤以及衍生煤产品。

该问卷涵盖了被分为原煤产品和衍生产品的化石燃料和人造煤气，它们又进一步被分成两个单独的物理类别（如下表所示）。

表 5.1 ● 原煤产品和衍生煤产品

原 煤 产 品	焦煤	固 体 化 石 燃 料	
	其他烟煤和无烟煤		
	次烟煤		
	褐煤		
	泥炭		
衍 生 燃 料	专用燃料		人 造 煤 气
	焦炉焦		
	气焦		
	型煤		
	焦炉气		
	焦炉气		
	高炉煤气		
	氧化炉气		

有关详细定义和燃料特征，请参阅附录 2 中的产品定义。

应注意的是，煤炭问卷包括从地表、地下煤矿开采的煤炭以及从矿山废弃物、选煤厂浆池和其他废弃物堆积处回收的煤炭。此外还包括通过泥炭开采或采集作业生产的泥炭。

煤炭有许多不同的分类方法，在原煤的分类中经常存在混淆，尤其是对于褐煤和次烟煤。从能量含量上看，次烟煤是介于硬煤和褐煤之间并与它们在范围上有所重叠的一种煤炭。能源含量介于 17435 kJ/kg (4165 kcal/kg) 和 23865 kJ/kg (5700 kcal/kg) 之间的、易挥发的非炼焦煤应作为次烟煤报告（即使这种分类方式与国内通行的标准不同）。收集统计信息的国际机构还进一步将次烟煤划分到“硬煤”和“褐煤”类别中。通常，能量含量超过 18600 kJ/kg (4440 kcal/kg) 的次烟煤可视为硬煤，而低于此水平的则被认为是褐煤。

尽管煤炭问卷中采用了“固体”燃料的说法，但应注意的是，只有与固体化石燃料有关的统计信息应在该问卷中报告。薪材以及可生物降解和不可生物降解的固体燃料及废弃物（如废轮胎燃料、塑料、木材废弃

物、木炭和生物质能作物)应在可再生能源与废弃物调查问卷中报告。需要强调的是,与煤炭和煤炭产品一起燃烧的可再生能源与废弃物产品必须在可再生能源与废弃物调查问卷中单独报告。统计人员应当注意,在转化行业中,无论是源自能源的可再生/废弃物部分的投入能源还是产出能源,都必须进行统计。

煤炭调查问卷涵盖了煤炭以及在专用燃料和 BKB 工厂、焦炉、高炉、制气厂和氧化炉中加工的煤炭产品。每一种产品链中的所有投入和产出都应在煤炭调查问卷和其他相关调查问卷中报告。例如,焦炉的焦煤投入与煤炭调查问卷中的焦炉焦和焦炉气的生产直接相关。专用燃料和 BKB 工厂的其他烟煤和无烟煤、褐煤和泥炭投入必须进一步按煤炭问卷中衍生燃料(“专用燃料”和“BKB”)的生产和消费进行报告。这些关系适用于所有源自于一次能源投入的次二次产品。

要点

固体化石燃料和人造煤气调查问卷不仅包括原煤,而且还包括衍生固体燃料和人造煤气。

固体化石燃料不包括固体生物质能和废弃物(薪材、木炭和塑料),此二者应在可再生能源与废弃物调查问卷中报告。

在报告衍生固体燃料和人造煤气时,如果在原煤产品链中报告了加工处理投入,则务必在衍生产品链中报告生产和消费。

2 哪些是用于表示 固体燃料和人造煤气的单位?

一般信息

固体燃料通常以质量单位(吨、千吨等)来衡量。所报告的数量应基于收货时的情况 - 即采用收货时的产品湿度和灰分。

在某些技术报告中,煤炭数据也可能是以吨煤当量(tce)给出的。吨煤当量是能量单位而不是质量单位。该单位多用于在国际煤炭工业中不同燃料之间的比较。1 吨煤当量等于 700 万千卡。吨油当量(toe)和吨煤当量之间的关系为: $1 \text{ tce} = 0.7 \text{ toe}$ 。

人造煤气可以用多种单位衡量:按能量含量(也称为“按热量”)或按体积衡量。

上述两种方式在天然气工业中都使用了多种单位。

- 衡量能量时，可以使用焦耳、卡、kWh、Btu 或撒姆为单位。
- 衡量体积时，最常用的单位是立方米或立方英尺。

与联合调查问卷有关的特定信息

问卷中，固体化石燃料应使用千公吨为单位。当使用其他质量单位时，需使用附录 3 所提供的换算系数将数据换算为公吨。

燃气量必须以其中的能量（热量）含量表示，并用太拉焦耳（TJ）报告。能量含量可以由提供数据的企业或统计人员通过体积数据来计算，为此需要使用燃气的总热值。使用总热值对于炼厂气和焦炉气而言尤为重要，因为总热值与净热值不相同。而对高炉煤气和氧化炉气来说，其总热值和净热值的差值很小，因此在已知总热值时可以用总热值，否则也可使用净热值。

作为参考，可以使用下述系数从燃气的总含热量来推导其净含热量：

表 5.2 ● 总热值和净热值的差异

燃气	总热值与净热值之比
炼厂气	0.9
焦炉气	0.9
高炉煤气	1.0
氧化炉气	1.0

要点

固体燃料数据以千公吨为单位进行报告。

燃气量以其中总能量（热量）含量表示，并用太拉焦耳（TJ）报告。

3 如何从质量和体积 换算到能量？

一般信息

由于不同固体化石燃料的卡路里值可能存在重大差异（例如硬煤超过 23865 kJ/kg，而褐煤低于 17435 kJ/kg），因此在提供以质量单位表示的各种固体燃料的有关数据时，应根据其各自的卡路里值进行分类。卡

路里值非常重要，它具有多种用途：建立能源平衡表；估算二氧化碳排放量；检查在转化行业中报告的输入和产出的热效率。

能量单位换算通常使用各种产品的总热值来进行。每种产品可能具有不同的总热值；同一产品在不同流程（如生产、进口、在公共电力生产中的使用）中的值也可能不尽相同。此外，由于工艺和/或技术的变化，热值还可能随时间而变化。在推导卡路里值时，务必要咨询报告单位以及国内人造煤气产品方面的其他专家。

人造煤气的度量和统计通常按其体积（如立方米）来进行。然而，用户兴趣所在的往往是燃气的能量含量而非体积。因此从能源研究的角度出发，以能量单位表示人造煤气的流程比用体积单位更加重要。在第 3 章“天然气”中，详细介绍了在涉及燃气时如何从体积换算到能量（第 2 节）。

与联合调查问卷有关的特定信息

■ 固体化石燃料

煤炭调查问卷中要求以公吨报告固体化石燃料数据。同样重要的是，对于呈报的每一种固体燃料，总热值和净热值也是该问卷的必要信息。

卡路里值必须以兆焦耳/吨 (MJ/t) 为单位报告。较为理想的情况是由数据提供者报告这些卡路里值。退而求其次，统计人员也可以通过咨询数据提供者以及熟悉国内能源事务的固体燃料和人造煤气方面的专家来获得这些数据。最不得已的情况下，统计人员可以查阅“附录 3 - 单位制与换算当量”，然后根据每种产品的范围来推导卡路里值。但在推导卡路里值时，务必要咨询数据提供者以及国内固体化石燃料产品方面的其他专家。

如果提供给国家管理部门的数据采用的是能量单位，则通过将能量单位换算为太拉焦耳，然后除以用兆焦耳/吨提供的总热值，便可得出以质量单位表示的数据。所得结果是以千吨为单位的各种产品的质量（基于收货时的情况，其中包括湿度）。

■ 人造煤气

将人造煤气从体积单位换算为能量单位（煤炭问卷中为太拉焦耳）时，请使用每种产品流单位体积的总热值。将单位体积的总热值乘以总体积便可以得到用太拉焦耳 (TJ) 表示的总能量含量。

要点

固体化石燃料的总热值和净热值同样需要报告。

人造煤气用总热值报告，并尽可能使用特定热值。

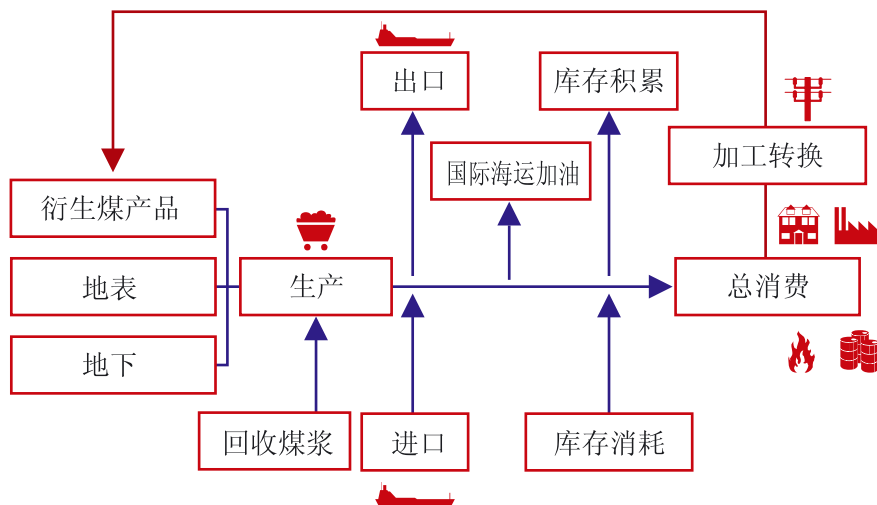
4 煤炭流

一般信息

图 5.1 显示了从生产到消费的流程。此流程图特意经过简化，以便提供整个供应链的概观。

要全面了解一个国家的固体化石燃料和人造煤气流状况，必须对生产、贸易、储备、能源部门、加工转化和最终消费等主要环节有清晰的认识。统计报告的细节取决于统计信息的用途。

图 5.1 ● 煤炭流程简图



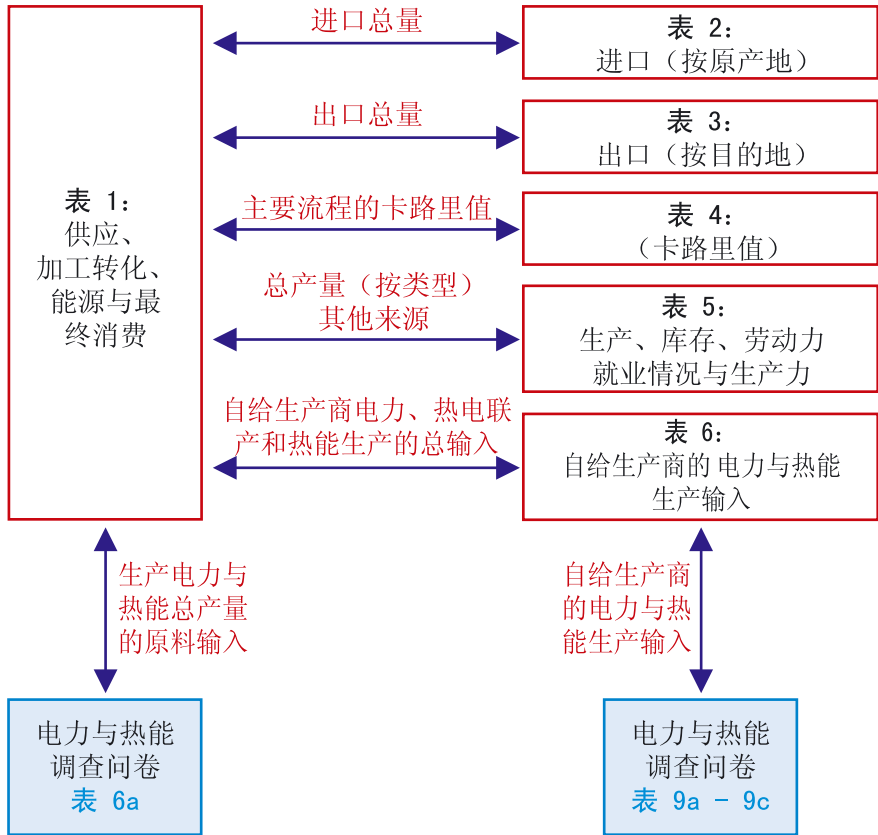
与联合调查问卷有关的特定信息

煤炭问卷包括 6 个表格，各个表格的性质如下：

- 表 1：供应和转化部门、能源部门与最终消费、能源最终使用（非能源、工业、交通运输和其他部门）
- 表 2：按来源（原产国/地区）分类的进口
- 表 3：按目的地分类的出口
- 表 4：卡路里值
- 表 5：生产、储备、煤矿劳动力就业情况与生产力
- 表 6 自给生产商的电力与热能生产输入

在每个表格中报告的数据必须能正确汇总，并且这些合计数据在存在逻辑关系的表格之间必须保持一致。表 5.2 表明了这些表格之间的关系。

图 5.2 ● 煤炭调查问卷中的表格关系



下述合计数据必须在不同表格之间保持一致：

- 表 2 中按来源报告的进口量应该汇总，其汇总额必须等于表 1 中的总进口量。
- 表 3 中按目的地报告的出口量应该汇总，其汇总额必须等于表 1 中的总出口量。
- 表 5 中按生产类型（地下、地表和回收煤浆 [其他来源]）报告的每一类煤炭的产量应汇总，其汇总额必须等于表 1 中报告的各类煤炭成分的总计。

- 表 6 中自给生产商的电力与热能生产输入必须等于在表 1 的转化行业中报告的各类自给生产厂（电厂、热电联产厂和热力厂）的原料输入。

要点

请牢记问卷中各个表格之间的相互关系。

关键的合计数据应该保持一致。

5 煤炭供应

正如第 1 章“基础知识”第 9 节中的定义，供应包括生产、贸易和库存变化。下文将分别对这三个方面详细阐述。

生产

一般信息

大多数原煤生产是在地下矿井和露天（地表）矿山中进行的。某些产量也可能来自对废矿堆、浆池以及历史上传统开采所形成的其他来源进行的煤炭回收。

因此，煤炭的原煤生产通常可以分为 3 个子类别：地下（深井开采）、地表（露天矿山）和回收。最后一个子类别涵盖了回收的煤浆、中煤以及其他无法按煤炭类型分类的低等级煤产品，还包括从废矿堆和废弃物倾倒地回收的煤炭，这些煤炭在前些年并未包括到产量之中。

泥炭产量只能是作为燃料使用的泥炭量，用于其他用途的泥炭量则必须排除在外。

衍生煤产品（包括固态和气态产品）的生产可能是在各种地上设施中进行，也可能是从其它地点转移来的产品。因此，对“地下”和“地表”的区分并不适用于衍生煤产品。生产设施通常位于原煤生产地点的附近（专用燃料厂、BKB 厂和制气厂），或者位于需要消费煤炭的综合钢厂的附近（焦炉、高炉等）。

所报告的数量应是开采或生产并经过任何旨在除去非活性物质的工序后得到的产量。在煤炭采掘工业中，这通常被称为“洁净”或“可销售”产量。产量包括生产商在生产过程中的消费量（如用于设备和辅助设施的加热或运转）以及供应给其他能源生产商进行加工转化或其他用途的煤炭量。

与联合调查问卷有关的特定信息

生产情况应在两处报告：表 1（供应）和表 5（生产、储备、煤矿劳动力就业情况与生产力）。

在表 1 中，需要按地下生产和地表生产分别报告原煤产品（泥炭除外）的本土产量。对于衍生燃料和泥炭，则不应按地表生产和地下生产的细目来报告。

回收煤浆（其他来源）是指原煤产品的回收煤浆产量以及来自其他衍生燃料源的产量。如果人造煤气是工厂的主营业务，则应将其作为产量报告；如果人造煤气是通过混合来自其他活动的气体或通过天然气或石油的裂解来生产，则应作为来自其他来源的产量报告。

各项数据应按照燃料类型和生产方式而在本土生产、地下生产、地表生产或回收煤浆（来自其他来源的产量）中报告。

在表 5 中，报告数据汇总为硬煤和褐煤两项。

在报告时，所有固体化石燃料均应使用千吨为单位；而所有人造煤气均应以太拉焦耳为单位。所有数值都应当四舍五入为整数，并且不允许出现负值。

要点

所报告的燃料产量应该是经过任何旨在除去非活性物质的工序后计算的产量。

进口和出口

一般信息

与其他燃料（如天然气）相比，煤炭是一种更易于通过船舶或火车长途运输的产品。因此，煤炭的生产和消费国家/地区之间的煤炭贸易量始终保持增长。

在全球硬煤消费总量中，硬煤贸易量所占的比例大约为 20%；而在焦煤消费量中，相应的比例甚至达到 35% 至 40% 之间。

鉴于煤炭贸易的规模，一个国家/地区不仅需要掌握煤炭的进出口量，而且还应了解进出口贸易的始发地和目的地。对于大规模交易的产品，即焦煤、其他烟煤和无烟煤、次烟煤、褐煤、焦炉焦和 BKB，上述层面的详细信息不可或缺。

其他煤炭产品（主要是人造煤气和泥炭）的进出口量通常极其有限，因此无需了解这些产品按原产地和目的地分类的信息。

与联合调查问卷有关的特定信息

总贸易量应在表 1 中报告。进口（按原产地）和出口（按目的地）应分别在表 2 和表 3 中报告。

对于跨越国界的贸易量，不论海关是否进行了清算，都应将其作为进口或出口量来考虑。

对于进口而言，至关重要的是掌握（进而报告）煤炭的最初原产地（煤炭生产国/地区），而对于出口，则必须报告这些国内生产的煤炭的最终目的地（煤炭消费国/地区）。负责相关的商业安排从而促成贸易的公司应该能够提供这些数据。

进口关系到国内消费的煤炭，而出口则涉及国内已生产的煤炭。因此，在所报告的贸易中不应包括转口贸易和再出口。

如果无法报告原产地或目的地，或在表格中没有列出相关的国家/地区，则可以使用“其他”类别。请尽可能指出具体的国家/地区。

在报告时，所有固体化石燃料均应使用千吨为单位；而所有人造煤气均应以太拉焦耳为单位。所有数值都必须四舍五入为整数，并且不允许出现负值。

要点

进口应涵盖进入某个国家/地区供其消费的煤炭，并且应在这些煤炭的生产国/地区下报告。

出口应涵盖某个国家/地区生产出来并最终离开该国的煤炭，应该在这些煤炭的消费国/地区下报告。

因此，转口贸易和再出口不应纳入其中。

库存水平及其变化

一般信息

由于原煤产品具有固体形态和相对较为稳定的特性，因此往往被储存起来，从而在需求量超过产量，或是更为概括地说，在供不应求时发挥作用。原煤的生产以及在某些部门的消费（例如取暖）在某种程度上具有季节性，因此必须借助库存来平衡不同需求时期的不同供应量。

某些固体形态的衍生煤产品（焦炉焦、专用燃料、BKB）也会保持一定库存，但人造煤气的库存则较为少见。

与石油一样，关于煤炭库存变化的数据也必须尽可能及时、详尽并且准确，这些对决策者和市场分析人员而言至关重要。

与联合调查问卷有关的特定信息

煤炭库存变化应在表 1（供应表）中报告。

国内库存的期初库存水平和期末库存水平之间的差额也需要报告。期初库存水平是在某个特定时期的第一天已达到的库存水平；而期末库存水平是在该时期结束时所达到的库存水平。例如，对于一个日历年，期初库存水平是指 1 月 1 日的库存水平，期末库存水平则是指 12 月 31 日的水平。

库存增加显示为负数，而库存减少显示为正数。

在报告时，所有固体化石燃料均应使用千吨为单位；而所有人造煤气均应以太拉焦耳为单位。所有数值都必须四舍五入为整数，并且不允许出现负值。

要点

应当报告所有原煤产品和所有衍生燃料的库存变化。

用期初水平减去期末水平，便可得出库存变化。

6 煤炭消费

固体化石燃料和人造煤气的消费发生在多个部门中：

- 转化行业。
- 能源部门内的能源工业。
- 燃料运输与分配（但极为有限）。
- 各种最终消费部门与分支（工业、居民消费等）。其中包括燃料的能源消费和非能源消费。

下文将简要介绍这三个部门。有关一般信息，请参阅第 1 章“基础知识”的第 8 节。

转化行业的煤炭消费

一般信息

当前有多种转化工厂使用固体化石燃料（主要是煤炭）制取衍生能源产品。这些能源厂包括专用燃料厂、炼焦厂、制气厂、高炉厂以及电厂、热力厂和热电联产厂（CHP），此外还包括生产合成油的液化厂。

在 2001 年，被加工转化为各种产品的煤炭占全球煤炭消费总量中的 84%。大约 82% 的硬煤和 94% 的褐煤被用于加工转换。原煤产品最常用于电力和热能生产，在这一方面共消费了 67% 的硬煤和 92% 的褐煤。另外还有 12% 的硬煤被转化为焦炉焦。高炉中使用了大约 80% 的焦炉焦，在此，它们被转化成焦炉气和生铁。

综合钢厂生产出的燃气（高炉煤气、焦炉气、氧化炉气）通常用于换工厂的加热，这使得换厂应被归入能源部门中。但此外还有 38% 的氧化炉气、33% 的高炉煤气和 18% 的焦炉气用于电力和热力生产。

鉴于换的煤炭量所占的极大比重，因此必须追踪被转化的燃料量以及衍生能源产品。

与联合调查问卷有关的特定信息

进入加工换过程的固体化石燃料和人造煤气应在表 1 的第 2 部分报告。

请注意有关高炉和煤炭规格的报告。

■ 高炉

对于呈报为用于高炉或在高炉处用以支持高炉运转的燃料，请务必分别在换行业和能源部门中报告。通过附录 1 第 3 节中关于高炉工艺的介绍，您将可以了解有哪些燃料进入了换过程，又有哪些被用于加热鼓入高炉的空气。

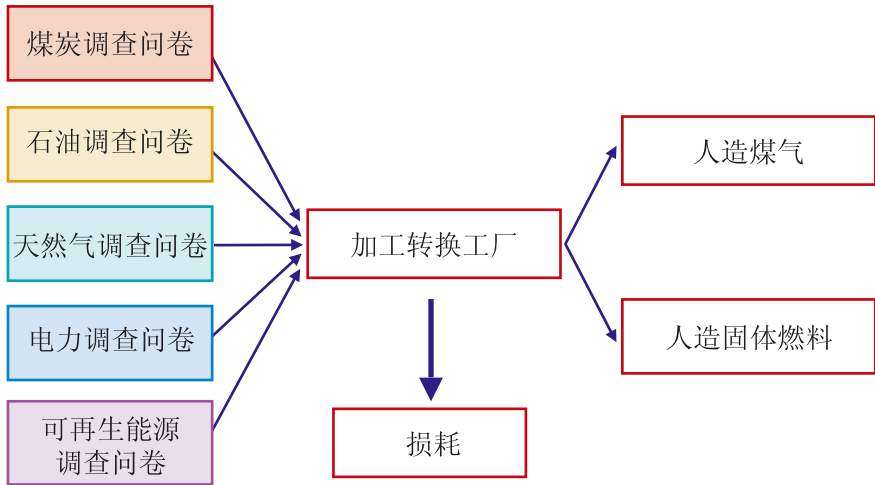
如果钢铁企业没有提供确切的信息，统计人员应假定所有在高炉处使用的高炉煤气和焦炉气都被用于加热鼓入的空气，而这些应当视为能源部门的消费。所有焦炭、煤炭或油料均应被视为用于高炉中的加工换。有时也可能需要报告天然气用量。可用于任一用途（加工换或能源消费）的特点使得天然气的用途并不十分明确。如果报告了天然气，统计人员应同数据提供者商议，以确定应该在换行业还是在能源部门中报告。

在高炉中使用的焦炭不应以“非能源消费”方式报告。

■ 液化

液化涵盖了以煤炭、油页岩和沥青砂为原料的油料生产。该过程在地面的工厂内进行，因此工厂经营者应该了解进入该过程的原料量。要保证将原位于（地下）煤炭液化和处于从沥青砂中提取油料的工艺排除在外。这些工艺生产的油料应在石油问卷的其他碳氢化合物条目下以国内产量方式报告。

图 5.3 ● 煤炭转换示意图



■ 要点

对于能源投入中被转换成另一种能源形式的能源应在转换行业中进行报告。

某些加工转换过程包含了在其他燃料调查问卷中报告的投入能源。

能源部门的煤炭消费.....

一般信息

除了上述转化工厂外，能源工业也可能采用固体化石燃料和人造煤气来为其能源生产提供支持。例如在煤炭采掘工业中，煤矿可能同时使用煤炭来为煤炭的开采和制备提供支持。能源部门的燃料消费可能用于加热、照明或用来支持泵/压缩机的正常运转，或用作高炉或焦炉的投入燃料。在能源部门的消费中包括“自用”。

人造煤气也可以广泛用于为能源转化活动提供支持。例如，全球 20% 到 25% 左右的焦炉气被用作焦炉的投入燃料。高炉煤气可用于高炉和焦炉的加热，而煤气厂气可用于支持煤气厂的运转。

与联合调查问卷有关的特定信息

为支持加工转换过程而被输入能源部门的化石燃料和人造煤气应在表 1 的第 2 部分报告。

在燃料和能源企业中消费的能源应在能源部门中报告，所消费的能源理解为从账面上消失而不是在经过转换后以另一种能源商品出现。这些能源消费是为燃料提取、转换或能源生产厂内的各种活动提供支持，但它们并不进入加工转换过程中。

在报告时，固体化石燃料量应以千吨为单位；人造煤气量应使用太拉焦耳为单位。所有数值都必须四舍五入为整数，并且不允许出现负值。

要点

在能源部门中，请仅报告能源工业用于支持开采或加工转化活动的燃料。

煤炭运输和分配损耗

一般信息

煤炭和固体化石燃料产品的运输和分配通常涉及多个运输和存储阶段。在这些活动期间，有许多因素会导致供应流发生固体产品损耗。例如，由火车运输的煤炭在转移到非封闭式斗车上时便会发生少量损耗。此外，固体燃料在铁路线发生事故、火车出轨时，或在铁路货运编组站中也会发生损失。存储期间，煤炭和固体燃料往往会在存储场所发生“沉积”，它们会残留在土壤或存储场所的衬垫上。在存储场所和输送机皮带上，也会有少量固体燃料以粉尘形式损失。

人造煤气在配送期间会在生产和使用它们的设施内发生损耗。这些损耗可归因于泄漏以及在正常操作过程中有意或无意地排放。由于人造煤气的配送距离较短，因此这些损耗很少会达到天然气损耗的数量级（天然气的运输距离通常较远）。

鉴于煤炭在整个固体化石燃料和人造煤气中所占的比重，而且煤炭大多通过轮船进行运输，煤炭的运输和分配损耗要比石油、天然气和电力

(它们的主要损耗发生在管道、气管和电力线路中)有限得多。以下数据可供比较,全球煤炭供应的损耗低于 0.04%,而电力供应损耗为 8.7%,天然气供应损耗为 1%。

因此,固体燃料的运输和分配损耗可能微乎其微,这方面的损耗主要是针对人造煤气而言的。这些损耗应由报告企业独立评估,不能为达到平衡而采用计算方式。

与联合调查问卷有关的特定信息

损耗应在表 1 的第 3 部分报告,该部分紧接在能源部门部分之后。

如果任何产品的统计差额为零,则应向报告单位核实,以了解所报告的损耗是否实际上为统计差额,并确认是否没有在损耗方面采取任何单独措施。

燃烧(在其他部门中被燃烧而非消费)的人造煤气应在其他能源部门使用下报告,而不是在传输和分配损耗下。但被排入空气的煤气应该在分配损耗中报告。

在报告损耗时,固体化石燃料量应以千吨为单位;人造煤气量应以太拉焦耳为单位。所有数值都必须四舍五入为整数,并且不允许出现负值。

要点

燃料在运输和分配期间发生的所有损耗量均应在分配损耗中报告。

被燃烧的人造煤气应在能源部门中报告。

被排入空气的煤气应在分配损耗中报告。

最终消费

一般信息

最终消费涉及交付给工业、交通运输或其他部门的最终消费者并用于非能源消费的所有煤炭和煤炭产品。它不包括用于加工转换和/或能源生产工业自用的固体化石燃料和人造煤气。

转换行业之外的煤炭和煤炭产品最终消费主要发生在工业部门中。煤炭总供应中,作为工业部门的能源输入呈报的大约占 15%。煤炭在工业

部门的最主要用途是制造水泥（用作水泥窑的能源来源）。其他需要消费煤炭的主要工业子部门还包括化学和石化部门、钢铁部门、食品和烟草业以及造纸和纸浆部门。

过去，交通运输部门（船舶和火车）会消费大量的煤炭，但现在，大多数国家/地区在这方面的消费已降到无关紧要的水平。交通运输的需求在全球煤炭总需求中仅占 0.2%。

其他将煤炭用于加热和炊事（在某些国家/地区）的部门，主要是服务和居民消费部门，它们的需求在全球煤炭总需求中占 0.5%。

固体化石燃料和人造煤气也用于非能源消费（原料）。例如，前者可用于制造甲醇或氨。石化部门也常用煤炭为原料来生产其他石化产品。此外，人们还使用焦炭粉制造建筑材料、使用碳制造阳极以及用于其他某些化学工艺。但煤炭和基于煤炭的产品在非能源消费方面的消费量非常少，它们在煤炭总消费中所占的比例尚不足 0.1%。

与联合调查问卷有关的特定信息

用于能源用途的煤炭和煤炭产品量应在表 1 的相应部门中报告。

用于非能源用途（原料）的能源也应在表 1 的非能源产品消费下报告。这些产品是作为原料被消费的，而不是用作燃料或被加工转换为另一种燃料。

在工业部门中报告的企业燃料消费数据应涵盖用于生产自用热能和工艺蒸汽的燃料以及用于高炉、焦炉和类似设施的燃料。所报告的企业燃料消费数据不应包括下述燃料量：生产电力和销售给第三方的热能所用的燃料；以及任何用作非能源用途的煤炭和煤炭产品。这些应分别在转换行业和非能源部门中报告。为避免重复统计，在钢铁工业中用于高炉的燃料应在转化行业中报告。

固体化石燃料在最终能源消费、非能源产品消费和原料方面的消费量应当以千吨为单位来报告；而人造煤气应使用太拉焦耳为单位来报告。所有数值都必须四舍五入为整数，并且不允许出现负值。

要点

煤炭和煤炭产品可用于能源用途和

非能源用途。

请在相应部门和子部门中报告这两种用途的消费。

7 对煤炭联合调查问卷的附加要求

热值

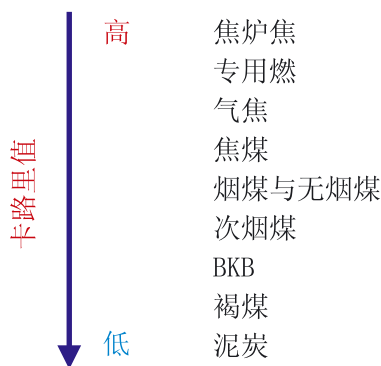
一般信息

每种固体化石燃料都有自己的热值。热值是单位质量燃料所能提供的能量（请参阅附录 3 的第 5 节）。例如，硬煤是指总热值大于 23865 kJ/kg 的煤炭，褐煤是指总热值低于 17435 kJ/kg 的非炼焦煤。

为构建可靠的能源平衡表，必须要保证热值的准确性，因为这些平衡表是建立在能量基础之上，而不是产品单位。因此，无论对于所生产的燃料，还是进行交易的和用于若干主要用途的燃料，均必须提供其热值。此外，热值还用于估算二氧化碳排放量，以及检查加工换工艺的热效率。

如果无法从各个矿山、燃料消费单位或进口原产地和/或出口目的地获得热值，则可以考虑用具有代表性的平均值（例如，基于生产规模最大的矿山或某一类煤炭的进口总量和/或出口总量）来代替。

图 5.4 ● 卡路里值



与联合调查问卷有关的特定信息

表 4 要求提供有关生产的、进行交易的和用于若干主要用途的燃料的总热值和净热值（有关净热值和总热值的完整介绍，请参阅第 1 章“基础知识”的第 6 节）。

如果无法获得各个供应量和消费量的热值，则应该获知总消费量的平均值。与此类似，如果不知道煤炭的总热值，则可以用将净值扩大 5% 的方法来估算。对于焦炭和高炉煤气而言，其总热值和净热值之间的差

额可以忽略不计。但对于炼厂气和焦炉气，它们的净热值要比总热值低 11% 左右。（有关固体燃料和衍生燃气的典型热值，请参阅附录 3 的第 5 节。）

这些值应该以兆焦耳/吨 (MJ/t) 为单位，并且应代表燃料在供应或使用状态下的热值。所有数值都必须四舍五入为整数，并且不应出现负值。

要点

对于呈报的每一种固体燃料产品，
应提供其总热值和净热值。

煤炭的总热值可以用将其净热值扩大 5% 的方法来估算。

煤矿劳动力生产、就业情况与生产力

一般信息

最近十年来，许多国家的煤炭部门都经历了重大重组。与此相伴的是从地下采矿到地表采矿的转变，从劳动密集型向机械化程度更高的转变（包括地下和地表采矿），以及生产效率的迅速提高。为了更好地监管煤炭工业的发展，传统的生产、贸易和消费统计应与那些有关矿山类型以及煤矿的劳动生产力和就业情况的社会经济数据结合起来。

虽然就业和生产效率方面的数据并不是构建传统的产品或能源平衡表所必需的，但它们对全面了解煤炭部门至关重要。

与联合调查问卷有关的特定信息

产量：所报告的数量应是开采或生产并经过任何旨在除去非活性物质的工序后得到的产量。在煤炭采掘工业中，这通常被称为“洁净”或“可销售”产量。产量包括生产者在生产过程中消费的数量。产量应按下述定义分为地下产量和地表产量：

- 每个煤炭类别（硬煤和褐煤）的地下产量应等于在表 1 中报告的各个分量的总和。例如，在表 1 “其中地下部分”中报告的焦煤与其他烟煤和无烟煤的总和应等于在表 5 中报告的地下硬煤产量。
- 与此类似，表 5 中每个煤炭类别（硬煤和褐煤）的地表产量应等于在表 1 中报告的各个分量的总和。例如，在表 1 “其中地表部分”中报告的次烟煤和褐煤的总和应等于在表 5 中报告的地表褐煤产量。

表 5 中每个煤炭类别（硬煤和褐煤）的回收煤浆（其他来源）应等于在表 1 中报告的相应分量的总和。例如，在表 1 “回收煤浆（其他来源）”中报告的焦煤与其他烟煤和无烟煤的总和应等于在表 5 的回收泥浆（其他来源）中报告的硬煤量。

煤矿：“煤矿”项目用于计算矿山的消费、就业情况与生产力，其中包括的活动涵盖了与采煤、将煤送到地面、搬运、洗煤以及将煤炭从采煤面或生产地点运送到外发地点有关的所有作业。其中还包括旨在保持煤矿环境的活动；对作业设备进行现场维护和修理的必要活动；对来自采掘作业的废弃产品进行处理的活动。

下述辅助活动不应包括在内：焦炉、专用燃料厂、砖瓦厂和主要提供外销电的发电厂等。此外也不包括为整个矿山集团服务的中心车间。但主要为矿山所在地的车间、仓库和煤场供电的发电厂应纳入在内。所有洗煤厂、煤炭装运之前的地表运输（铁路、卡车、输送机、空中索道等）搬运、采掘废弃物的转移和处理以及将煤炭运送至中央洗煤厂均属于煤矿的一部分。洗煤工序之后的地表煤炭运输搬运（如将煤炭转移至中央仓库）则不属于煤矿范围。在煤场中工作的或将材料从煤场转移到矿山作业位置的地表移动设备（叉车、吊车等）是煤矿活动的一部分，但将外部供应商的材料运到矿山煤场的交通运输则不在此列。

后勤设施（如煤矿的食堂、商店和超市），矿工住宿、体育活动和娱乐设施的维护以及医务室不属于煤矿的组成部分，但负责直接治疗伤害的急救室则可以视为煤矿的一部分。

煤矿工人（煤矿职工花名册上的人员）：包括所有从事上述煤矿活动的人员，但那些仅从事办公室工作或行政工作的人员除外。工人是指实施生产过程的人员或那些为生产过程提供辅助服务的人员（如维修工作人员或手工匠）。而更多从事文书工作而不是体力工作的非体力工作者则不应包括在内：经理、科研人员（包括实验室人员）、技术人员（如工程师和勘察人员）、商务人员（会计、销售等）、行政人员（如人事管理人员）、办公室人员（办事员、考勤记录员、打字员）和计算机人员。此外还包括监督人员和监督官员，但对于那些单纯从事办公室或行政工作的人员，他们的监管官员则不包括在内。承包商方面从事矿山作业的人员也属于此范畴。

煤矿工人包括职工花名册上的所有工作人员，无论他们是全日制的还是仅工作部分时间。那些由于长期疾病、服兵役或其他原因而超过 6 月没有上班的人员应排除在外。

年均工作人员数量：这个平均值通常以 13 个月（或 53 个星期）结束时的人数来计算，从上一年度最后一个月（或最后一个星期）结束时的人数开始算起。

班时：班时是一个工作日中在矿山的正常出勤时间。在不同国家之间甚至在一个国家境内，同一个班次的时间也可能存在差异，这取决于劳动安排和相关法规。班次数据包括登记在册的工作人员所从事的所有正常班次。对于加班，需要根据实际加班时间（而不是那些获得报酬的工作时间）用相对于正常班次的比例来表示。

每个工作人员的年均班次数量：这一平均数是将登记在册的工作人员在一年之中工作的班次总数除以年均工作人员数量得到的。

平均班时：班时并不是处于工作岗位上的有效工作时间，而是工作人员必须位于岗位上的总时间。工作时间包括：任何等候特定任务部署的时间，班次期间的用餐和休息时间，以及在行走或等候跟车工方面所花费的任何时间。工作时间按小时计算。

地表和地下生产力：生产力应当以相关的煤炭产量和工作人员的班时（见上文关于两者的定义）来计算。此外还应从产出和班时中排除以下项目：

- 从废弃物中回收煤炭 - 包括从矸子山中回收硬煤，以及从旧沉积池中挖掘煤浆。（对于当前从深井采掘的煤炭，来自其制备过程的煤浆将包括在产出结果内，但前提是这些煤浆将被销售或由煤矿使用。）
- 小煤矿 - 这些煤矿在整个煤炭经济中无足轻重，为收集这些煤矿数据所投入的精力可能与这些数据对总体结果的影响完全不成比例。
- 与资本投资项目有关的工作 - 这涵盖了现有生产活动维护要求之外的活动。

计算生产力时，花费在资本投资项目上的班时以及这些作业的任何煤炭产量均应予以排除。

采区顺槽的任何后续推进、石门掘进、为新确定的采煤面提供装备或者因采煤面推进而掘进巷道都属于正常生产作业。在露天煤矿中，道路和其他运输手段的延伸属于全部作业的一部分，因此应该纳入生产力计算中。

生产力计算与矿山的所有工作人员有关，不论是煤矿自身的员工还是外部承包商的员工，均应包括在内。如果监督人员和实习人员的工作也对常规采掘作业有所帮助，那么他们的工作也应当纳入。

以下常规采掘作业的所有班次都应包括在生产力计算中：

- 煤炭开采。
- 巷道掘进（如果属于上述的资本投资行为，则除外）。

- 采煤面机械的装备和拆除。
- 露天煤矿的设备作业。
- 搬运和运输，不论是对煤、材料搬运和运输的还是人员运送。
- 巷道和其他工程的维护和修理。
- 原位、地下和地表生产地点的设备维护和修理。当机器需要大修时，其拆卸、运输和重新安装均应包括在生产力的计算之中。
- 安全、健康和通风工作，例如尘样采集、矿山防火等。

要点

请严格按照上文提供的特定信息填写本问卷的表 5。

自给生产商的电力与热能生产输入.....

一般信息

随着环境问题的重要性日渐突出，确定每个工业和消费部门各自的燃料总消费已是刻不容缓。只有这样才能针对每个部门制定旨在节能和减少温室气体排放的适宜措施。

有关自给生产的一般信息和定义，请参阅第 2 章“电力与热能”的第 1 节。

与联合调查问卷有关的特定信息

自备生产商的电力和热能生产投入应在表 6a 至 6c 中报告。

根据其基本经济活动，该表格提供了自备生产商的电力和商业热能生产所用燃料的有关信息。该表格分为 3 部分，分别对应于三个公认的生产厂类型：电厂、热电联产厂和热力厂。作为联合国为了解二氧化碳排放情况作出的努力之一，这些数据被用于追踪自备生产商的燃料投入以及电力和热能产出。

对于热电联产厂，为了分别报告电力和热能生产所消费的燃料量，需要采取方法来将总的燃料消费量分摊到两种能源输出上。即使不存在商业热能，这种分摊也是必需的，因为用于发电的燃料必须在转换行业下报告。在本手册附录 1 的第 1 节介绍了推荐方法，请严格遵循此方法。

请注意，在表 6 中报告的合计应等于在转换行业中报告的各项合计。同时还应注意，在电力和热能调查问卷中也包含类似的表格（表 9）。为避免报告中出现不一致的情况，请与您所在国家中负责填写电力和热能调查问卷的人员联系。

要点

对于自备生产商用于发电和生产热力的煤炭和煤炭产品，请在各自的部门中报告。

可再生能源与废弃物



1 什么是可再生能源与废弃物？

一般信息

在技术资料中可以找到众多有关可再生能源的定义，以下即是其中一种：可再生能源是一种源自于永续补充的自然过程的能源。虽然该定义会导致某些疑问，比如有关这种补充的时间范围的问题，但本章仍将使用该定义作为参考。

可再生能源包括各种各样的形式 - 直接或间接源自太阳，或是源自地球深处产生的热量。其中包括由太阳、风、生物质能、地热、水力和海洋资源、固体生物质能、沼气以及液体生物燃料所产生的能源。

废弃物是一种燃料，它由来自于工业、机构、医院和家庭的可燃性废弃物（例如橡胶、塑料、废弃的化石油料和其他类似产品）的许多材料组成。固体或液体、可再生或不可再生、可生物降解或不可生物降解，废弃物的形态与形式有各种可能。

术语表中提供了一个详细列表，其中介绍了可再生能源与废弃物来源以及在经济上可行或近乎可行的相关技术。

固体生物质能（主要指发展中国家/地区用于生火做饭的薪材）是目前规模最大的可再生能源来源，它占到全球一次能源总供应量（TPES）的 10% 以上，在全球可再生能源供应量中更是占到四分之三。

自 1990 年以来，全球可再生能源来源一直以每年 1.7% 的平均速率增长，略高于全球一次能源总供应量 TPES 增长率。其中，“新”可再生能源（风能、太阳能）的增长尤为迅猛，它们的年平均增长率达到 19%，并且大部分增长发生在 OECD 成员国中制定了大规模风能计划的国家/地区，如丹麦和德国。

关于气候变化的讨论无疑激发了可再生能源的发展，因为这有助于联合国气候变化框架公约（UNFCCC）附录 1 国家/地区温室气体排放量的降低；因此，当前形势强烈要求对可再生能源的发展进行更好的监管，从而加强可再生能源与废弃物信息的报告和发布，并且提高这些信息的及时性和可靠性。大部分可再生能源都不是通过商业方式交易的（薪材、太阳能集热器），并且可能位于偏远地区，这些因素都使上述目标面临重大挑战。

与联合调查问卷有关的特定信息

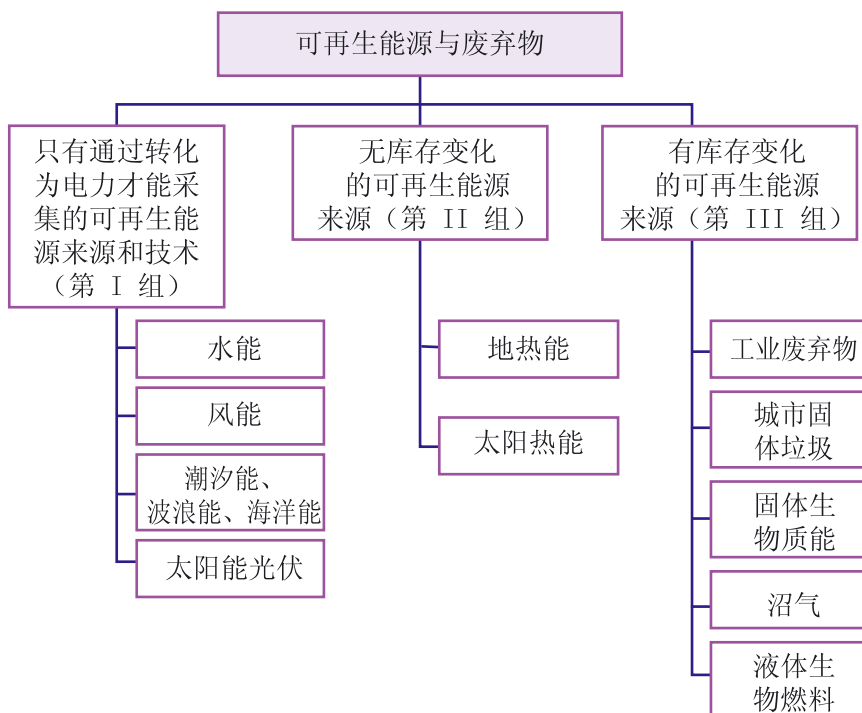
可再生能源与废弃物调查问卷将可再生能源与废弃物产品分为三大组：

- 第 I 组包括那些需要转化为电力才能加以采集的产品（如水能或太阳能光伏）。
- 第 II 组涵盖了在生产后可以作为转化行业和最终消费部门中多种用途的原料投入的产品（如地热能或太阳热能）；这些产品无法以传统方式存储，因此也没有库存变化数据可供报告。
- 第 III 组则涉及那些在生产后用于转化行业和最终消费部门中的多方面用途的产品（如废弃物、薪材、沼气和液体生物燃料）；这些产品可以用传统方式存储，因此具有库存变化数据可供报告。

另外需要注意的是，在可再生能源与废弃物年度调查问卷中还应报告工业垃圾和不可再生的城市固体垃圾，尽管在 IEA 和欧盟的可再生能源定义中不包括这些类型的废弃物。

下述项目应予以特别注意：城市固体垃圾和被动太阳能。在调查问卷中请按下述方式处理它们。

图 6.1 ● 可再生能源与废弃物共分三组



城市固体垃圾 (MSW): 关于城市固体垃圾的定义尚存争议。这是由于在从家庭、商业设施、医院和其他机构收集的废弃物中, 既有可生物降解的成分, 又有不可生物降解的成分。IEA 和欧盟都将不可生物降解的城市固体垃圾排除在可再生能源的定义之外, 但也有一些成员国将所有城市固体垃圾 (MSW) 都视作可再生的。其他成员国也开展了一些调查, 以确定城市固体垃圾 (MSW) 中属于可再生能源的部分。最后, 通过长期实施回收计划、实行垃圾焚烧前的分离并且采用其他技术, 将有望减少城市固体垃圾 (MSW) 中不可生物降解的部分。

如果无法区分可再生和不可再生的城市固体垃圾, 则这些垃圾总量应按两种类别均分。

被动太阳能: 许多国家/地区都鼓励使用被动太阳能, 因此其应用已较为普及。但由于许多成员国并没有收集同被动太阳能设计和设备有关的数据, 并且相关流程往往无法确定或评估, 因此在调查问卷中并未以产品方式涵盖被动太阳能。

要点

可再生能源来自于永续补充的自然过程。

可再生能源与废弃物可分为三大组: 只有通过转化为电力才能采集的能源来源, 无库存变化的来源和具有库存变化的来源。

在调查问卷中还包括废弃物能源产品, 但本调查问卷并未以产品方式涵盖被动太阳能。

2 哪些是用于表示可再生能源与废弃物的单位?

一般信息

由于可再生能源与废弃物产品的形式繁多, 传统上它们也具有各种度量单位。木材和木材废料等固体产品通常用体积 (立方米或考得) 和质量 (吨) 单位度量。沼气可以按体积 (立方米) 和能量含量 (热量或千瓦时) 度量, 而对沼液的度量则可以根据体积 (升)、质量 (吨) 和/或能量含量 (焦耳或兆焦耳)。

此外, 只有通过转化为电力才能采集的可再生能源来源和技术 (如水能、太阳能光伏、潮汐能、波浪能、海洋能和风能) 只能以电力产出来度量 (通常为千瓦时、兆瓦时或千兆瓦时)。

与联合调查问卷有关的特定信息

可再生能源与废弃物调查问卷的目标之一，是为可再生能源与废弃物产品设立标准的度量单位，从而便于处理和比较统计数据。

能量量应当以下述单位表示：

- 电力：采用千兆瓦时（GWh）表示产量，发电容量则用兆瓦（MWe）表示。但对于太阳能发电厂，还需报告太阳能集热器的表面积（以 1000m² 为单位）；对于液体生物燃料发电厂，还需报告液体生物燃料发电厂的容量（以吨/年为单位）。
- 热能：采用太拉焦耳（TJ）表示产量。
- 对所有其他流程（供应、加工转化和能源部门最终使用），燃料量均用太拉焦耳（TJ）表示。但木炭和液体生物燃料除外，它们应按质量（用千吨为单位）报告。

对于采用太拉焦耳报告的燃料，其总能量含量应采用相关燃料的净热值来计算。所有数值都必须四舍五入为整数，并且不允许出现负值。

要点

发电量采用千兆瓦时（GWh）报告。

热能产量采用太拉焦耳（TJ）报告。

大多数燃料的能量值都采用太拉焦耳（TJ）报告。

但木炭和液体生物燃料除外，它们采用千吨报告。

3 如何从质量和体积换算到能量

一般信息

薪材和其他来自植物质的固体燃料可以采用多种不同方式报告，具体情况取决于燃料、用途和国家/地区。这些单位可能非常宽泛，如“捆”（用于木材），也可能与体积或质量相关联从而更为准确，如考得、立方米和吨。

然而，为了让人们能够使用这些数据与其他燃料进行对比，我们需要将这些数据换算为能量单位。这并不总是易如反掌，因为有诸多因素会对所使用的换算系数造成重大影响，例如薪材的密度和湿度。

对于那些通常采用体积单位（如立方米或立方英尺）报告的气体燃料，情况也不例外。这时，为了得出总能量含量，应该用体积值乘以某个系数（单位体积的能量）。

液体生物燃料也可能会采用升、千克或桶报告。此时为了得出产品的总质量，应该用生物燃料的体积乘以某个系数（单位体积的质量）。

有关换算和换算系数的一般信息，请参阅第 1 章“基础知识”第 5 节“量和热值的测量方式”，以及附录 3“单位和换算当量”。

与联合调查问卷有关的特定信息

无论在填写调查问卷表格之前需要如何转换，电力产量值都应采用千兆瓦时（GWh）报告，而热能和大多数燃料的产量值都采用太拉焦耳（TJ）报告。

对于采用太拉焦耳报告的燃料，其总能量含量应采用相关燃料的净热值来计算。

但木炭和液体生物燃料除外，它们应采用千吨报告。不过，在表 4 中需要报告这二种燃料的平均净热值。不同生物燃料之间的热值存在很大差异，它们会受到木炭类型、密度和湿度的影响。由于几乎无法获得每个流程和每种产品的特定热值，因此，统计人员必须根据生物燃料和木炭中具有代表性的细目来计算平均值。

要点

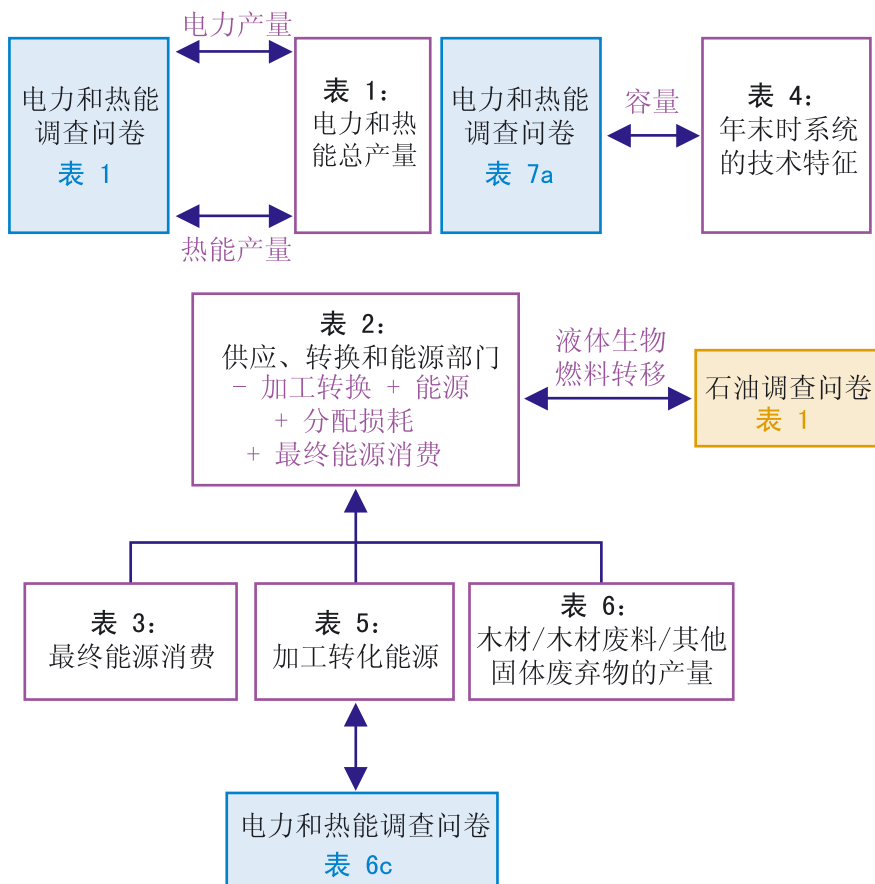
产品流应当以能源单位来报告：电力采用千兆瓦时（GWh），其他则采用基于净热值的太拉焦耳（TJ），但生物燃料和木炭除外，它们应采用质量单位（千吨）报告。

4 可再生能源与废弃物流

一般信息

图 6.2 显示了三组可再生能源与废弃物产品从生产到消费的流程简图。下文第 5 节将介绍这三组可再生能源与废弃物产品在供应流方面的差别。

图 6.3 ● 可再生能源与废弃物调查问卷中的表格关系



- 在转换行业中报告的电力和热能的生产输入必须与在电力与热能调查问卷表 6 中报告的输入相符。在表 2 中报告的电力和热能输入还应当符合可再生能源与废弃物调查问卷的表 5a 到 5c 中针对自给生产商的报告。
- 在表 4 中报告的发电容量必须与在电力与热能调查问卷的表 7 中按各种技术报告的容量保持一致。

要点

- 请牢记问卷中各个表格之间的相互关系。
- 关键的合计数据应该保持一致。

5 可再生能源与废弃物供应

正如第 1 章“基础知识”第 9 节中的定义，供应包括生产、贸易和库存变化。下文将分别对这三个方面详细阐述。

由于可再生能源与废弃物产品具有不同的性质，因此从生产到消费的流程也有所不同。例如，风能和太阳能光伏只能用于发电；地热能和太阳能热能不受库存变化的影响；而固体、液体和沼气材料则受库存变化的影响。

生产

一般信息

正如在可再生能源与废弃物产品的定义（本章第 1 节）中所强调的，要获取某些产品（水能、太阳能光伏），必须将其转化为电力。因此，利用这些产品生产能源（如上述第 I 组中所列）当前仅限于发电。

由于产品的多样性，可再生能源与废弃物的生产也存在很大差异。其他可再生能源与废弃物技术（如上述第 II 组和第 III 组中所列）均采用单独生产的方式，可用于发电和热能生产，或直接用于其他能源用途。

第 II 组产品的生产基于从地壳或太阳辐射中采集热能。地热生产利用蒸汽或热水回收技术。太阳能生产利用太阳能集热器加热传导介质，然后再将热能用于其他能源用途。

第 III 组产品涉及从工业或城市废液中分离出可生物降解材料或不可生物降解材料、生产一次生物质能材料，或将一次可生物降解材料（例如木浆、污泥、掩埋场废弃物）转换为二次能源产品。例如，薪材可在蒸汽发电厂中用作燃料来发电和产生热能、可转化为木炭，也可用于升火做饭。

与联合调查问卷有关的特定信息

为了收集第 I 组生产统计信息，以及针对第 II 组和第 III 组产品来区分此项活动，需要收集电力和热能总产量方面的统计信息。

第 I 组产品的产量完全基于发电情况，并在与电力和热能总产量有关的表 I 中报告。例如水能产量。

至于第 II 组和第 III 组产品，其产量在表 2 中报告。但当这些产品转化为电力和热能时，通过加工转换生产的电力和热能的量在表 1 中报告。

图 6.4 ● 第 I 组可再生能源与废弃物的流程简图

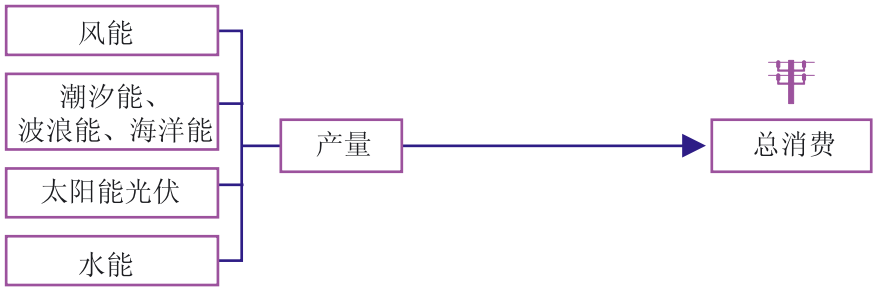


图 6.5 ● 第 II 组可再生能源与废弃物的流程简图

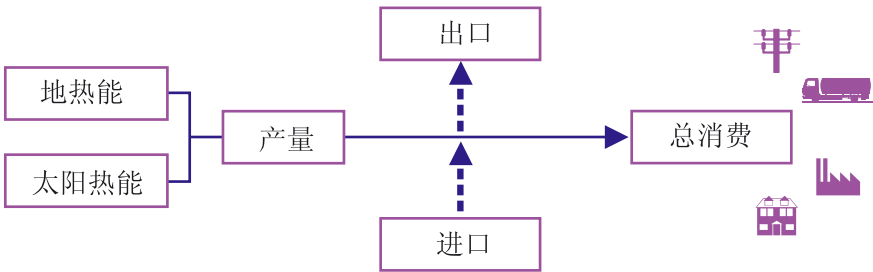
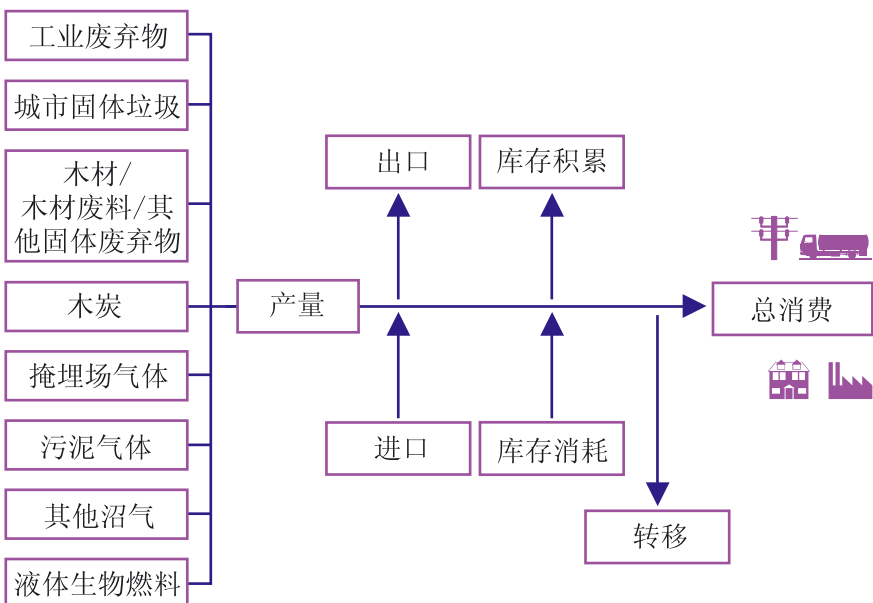


图 6.6 ● 第 III 组可再生能源与废弃物的流程简图



地热能产量等于从地壳中开采的流体或蒸汽的热量减去回注到地壳中的流体的热量。太阳热能产量等于热传导介质获得的热量减去光学器皿和集热器的热能损耗。

固体生物质能产量是燃料含热量的净热值。在固体生物质能中，木炭是一个例外，因为木炭产量是材料碳化后的质量。

工业和城市固体垃圾是燃料含热量的净热值。

沼气产量是沼气含热量的净热值，其中包括在发酵过程中消耗的气体，但不包括燃烧掉的气体。

液体生物燃料产量是已离开生产设备的成品的质量。

电量采用千兆瓦时 (GWh) 报告，热量采用太拉焦耳 (TJ) 报告，木炭和液体生物燃料采用千吨报告。所有数值都必须四舍五入为整数，并且不允许出现负值。

要点

第 I 组产品的产量在表 1 中报告。

其他产品的产量在表 2 中报告。

进口和出口.....

一般信息

可再生能源与废弃物的进口和出口仍然非常有限。国家/地区之间以及全球范围内的可再生能源与废弃物贸易发展缓慢是由多种原因造成的。

首先，第 I 组中的产量完全基于发电和热能生产。因此，与此产量有关的所有贸易均不属于可再生能源与废弃物贸易，而是属于电力和热能贸易。当前仍然很难（或无法）确定经过交易的电力的来源。但绿色电力市场的出现可能会促使统计人员按生产来源对电力的进口和出口进行细分。

其次，第 II 组产品的供应涉及采集和进一步利用来自地壳或太阳的热能；因此，进口和出口仅涉及跨越国界的产品（此时为热能形式）贸易。但这不太可能发生。

因此，只有第 III 组产品的进口和出口才有可能实际构成可再生能源与废弃物贸易。例如，薪材和农作物残余可以跨越国界。但这些产品的热值大多都较低，长途运输这些产品会非常不经济。因此，第 III 组产品的贸易也非常有限。

与联合调查问卷有关的特定信息

总贸易量应在表 2 中报告。对于可再生资源与废弃物产品，由于其贸易非常有限，因此没有必要按产地收集并报告进口信息，以及按目的地收集并报告出口信息。

进口和出口涉及跨国家/地区政治边界的燃料量。对于跨国家/地区政治边界的产品，不论是否经过报关程序，都应视为进口或出口。

以可再生资源与废弃物为原料所发电的电力贸易要作为电力总贸易的一部分在电力中报告，而不是在可再生资源与废弃物中报告。

热量采用太拉焦耳 (TJ) 报告，木炭和液体生物燃料采用千吨报告。所有数值都必须四舍五入为整数，并且不允许出现负值。

要点

可再生资源的进口和出口非常有限，
主要涉及第 III 组产品。

库存变化

一般信息

已提及的贸易方面的内容同样适用于库存。事实上，可再生资源与废弃物库存（和库存变化）仍然非常有限，其中有多方面的原因。

第 I 组中的产量完全基于发电和热能生产，这使得存储这两种能源载体非常困难。抽水蓄能水能产量不应视为库存。

第 II 组涵盖了可以作为转换行业和最终消费部门的输入并可用于多种用途的产品（如地热能或太阳热能）；这些产品无法采用传统方式“存储”，因此也没有库存变化数据可供报告。

第 III 组则涉及那些在生产后可在转化行业和最终消费部门中用于多种用途的产品（如废弃物、薪材、沼气和液体生物燃料）；这些产品可以采用传统方式“存储”。因此，只能为这些产品报告库存变化数据。

此外，薪材和农作物残余库存由于多种原因（如产生甲烷）而缺乏长期稳定性，因此通常具有季节性并取决于农作物（甘蔗、棕榈油等）生产情况。

最后，由于库存量非常有限并且库存位置极为偏远，因此要准确了解可再生能源与废弃物的库存及库存变化非常困难。

与联合调查问卷有关的特定信息

仅库存变化在表 2 中报告。库存变化等于期初库存水平减去期末库存水平，负数表示库存积累，正数表示库存消耗。

期初库存指特定时期第一天的库存水平，期末库存指请求期结束时的库存水平。例如，对于一个日历年，期初库存水平是指 1 月 1 日的库存水平，期末库存水平则是指 12 月 31 日的水平。

热量采用太拉焦耳 (TJ) 报告，木炭和液体生物燃料采用千吨报告。所有数值都必须四舍五入为整数，并且不允许出现负值。

要点

可再生能源与废弃物的库存变化非常有限，主要涉及第 III 组产品。

转移的产品

一般信息

提供给炼厂或其他类型石油产品加工厂并用作其他石油产品混合剂或添加剂的液体生物燃料的量称为转移量。这些燃料不用于最终消费，而是用作石油产品最终消费之前的混合剂或添加剂。

例如用于制备生物柴油的生物燃料便是这些燃料中的其中一种。

与联合调查问卷有关的特定信息

报告不用于最终消费而是与在石油调查问卷中报告的其他石油产品配合使用的液体生物燃料的量。

由于这些转移仅适用于液体生物燃料，因此相应的量要采用千吨报告。所有数值都必须四舍五入为整数，并且不允许出现负值。

要点

这些转移仅适用于液体生物燃料。

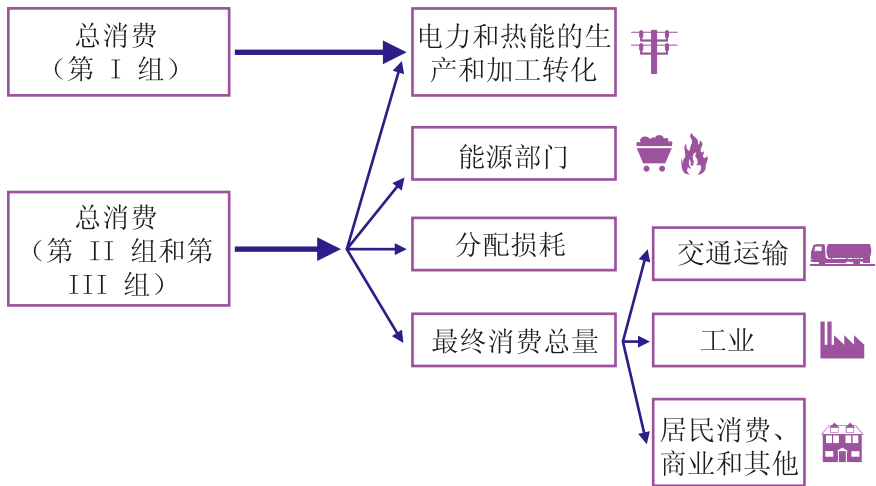
6 可再生能源与废弃物消费

第 I 组产品直接用于发电和热能生产。因此，这些产品的消费不属于可再生能源与废弃物消费分析的范畴，而是属于电力和热能总消费分析的范畴。

第 II 组和第 III 组可再生能源与废弃物产品的消费发生在多个部门中：

- 转换行业。
- 能源部门内的能源工业。
- 各个最终消费部门和机构（工业、交通运输、居民消费、服务业、农业等）。

图 6.7 ● 各个部门的可再生能源与废弃物消费



转换行业的可再生能源与废弃物消费.....

一般信息

加工转换指采用一次燃料产品制造或生产二次源产品。最常见的例子就是采用可再生能源与废弃物燃料发电或生产热能。

可再生能源燃料（主要指木材，但不仅限于木材，还包括椰子壳等）还可用于生产木炭；木炭通常是在工厂或森林中就近生产的。木炭生产厂指采用分解蒸馏法和热解法将木材或其他植物性物质转化为木炭的工厂。效率比率大约为 1:3，具体取决于木炭生产技术。该效率可采用质

量比率（木炭吨数与木材吨数的比）或能量比率（木炭能量含量与木材能量含量的比）来衡量。

与联合调查问卷有关的特定信息

加工转化消费在表 2 中报告。

转化行业包括按工厂类型（即发电厂、热力厂或热电联产厂）和生产商类型（即公用部门和自备生产商）对发电量和产热量进行统计。有关这些不同类别的详细信息，请参阅附录 1 的第 1 节。

转换行业还包括木炭生产过程中消费的木材和植物性物质投入。当这些投入未知时，统计人员应按照生产技术根据合理的投入/产出效率来估算这些投入。

数量采用太拉焦耳报告，但木炭和液体生物燃料除外，它们采用千吨报告。所有数值都必须四舍五入为整数，并且不允许出现负值。

要点

转化为其他能源形式的天然气要在转化行业能源输入中进行报告。

能源部门的可再生能源与废弃物消费.....

一般信息

在能源部门的消费中包括“自用”。其中包括能源工业为了支持能源生产而消费的可再生能源与废弃物燃料。例如用木炭加热木炭生产设施，以及用沼气加热污泥或其他沼气发酵容器。

在报告炼油厂的消费量时，不应包括转移到炼厂并用作混合剂或添加剂的量。

与联合调查问卷有关的特定信息

能源部门的消费在表 2 中报告。

报告以下沼气自用消费量：为了维持沼气设施的厌氧发酵温度而消费的沼气；为了支持木炭厂、电厂、热电联产厂和热力厂的运转而自用的可再生能源与废弃物燃料。

数量采用太拉焦耳报告，但木炭和液体生物燃料除外，它们采用千吨报告。所有数值都必须四舍五入为整数，并且不允许出现负值。

要点

能源部门包括加工转化活动中消费的能源。

在报告炼油厂的消费量时，不应包括转移到炼厂并用作混合剂或添加剂的量。

可再生能源与废弃物的分配损耗.....

一般信息

第 II 组和第 III 组可再生能源与废弃物燃料在存储和运输期间会出现损耗。例如，木屑、城市垃圾和农业废弃物等固体材料在存储和/或运输过程中容易被风吹走或被水冲走。同样，沼气输送设备可能会出现泄漏。

与联合调查问卷有关的特定信息

分配损耗在表 2 中报告。

数量采用太拉焦耳报告，但木炭和液体生物燃料除外，它们采用千吨报告。所有数值都必须四舍五入为整数，并且不允许出现负值。

要点

被排入空气的沼气应在分配损耗中报告。

燃烧掉的沼气应在能源部门中报告，而不是在分配损耗中报告。

可再生能源与废弃物最终能源消费.....

一般信息

最终能源消费指提供给工业、交通运输和其他部门消费者的所有第 II 组和第 III 组可再生能源与废弃物燃料。不包括加工转换或能源生产工业消费的任何燃料。这三个主要部门的机构在第 1 章“基础知识”的第 8 节中进行介绍。

在工业部门中，大宗消费发生在 2 个子部门中：纸浆和印刷，以及木材和木制品（表 3）。例如，在所有 OECD 成员国最终消费的可再生能源与废弃物中，有约 80% 是由这两个子部门消费的。

在交通运输部门中，可再生能源与废弃物的消费仍然非常有限，在交通运输总消费中所占的比例还不到 1%。但各个国家/地区的可再生能源消费在交通运输消费中所占的比例存在很大差别，例如在巴西这一比例高于 15%，这要归结于其大型甲醇计划。其他应用包括光伏动力汽车，但它们仍处于起步阶段。

可再生能源与废弃物最终消费的绝大部分（超过 80%）发生在其他部门，主要是居民消费和服务业。而且此类消费中有 90% 以上发生在非 OECD 国家/地区。在此类消费中，生物质能以及大部分薪材所占的比例最大。薪材最常用于升火做饭、取暖和烧热水。

在许多国家/地区，薪材都是自行采集的，因此很难获得可靠的最终消费（以及供应）统计信息。由于调查成本非常高，因此只能偶尔（例如每 5 年）组织一次；在无法进行调查的情况下，应根据多种因素（例如人口增长和城市化速度）采用推断法获得具有代表性的数据。

用于最终消费的生物质能的产量甚至更加难以统计，因为大多数木材都未经过市场买卖，而是自行采集的。作为第一代表性数据，如果生物质能未经过加工转换（例如木炭），可认为产量等于消费量。但在可能的情况下，建议对从生产到消费的整个过程进行消费调查和供应调查。

为了力求完善，还应注明在最终消费中没有考虑到的几种因素，例如帆船利用的风能，或用于室内取暖的免费太阳热能。如果将这些因素考虑在内，可再生能源与废弃物所占的总体比例会更高。

与联合调查问卷有关的特定信息

最终能源消费在表 3 中报告。

所报告的量包括各种实体为了生产自用热量而消费的燃料，以及工艺蒸汽、高炉、焦炉和类似设施消费的燃料。所报告的企业燃料消费数据不应包括为了发电和生产热能以销售给第三方而消费的量。这些量应在表 2 的转换行业中报告。

数量采用太拉焦耳报告，但木炭和液体生物燃料除外，它们采用千吨报告。所有数值都必须四舍五入为整数，并且不允许出现负值。

要点

最终能源消费不包括加工转化或能源工业消费的任何燃料。

7 可再生能源与废弃物联合调查问卷的附加要求

系统的技术特征、平均净热值、木材和其他固体废弃物的产量.....

一般信息

关于气候变化的讨论无疑刺激了可再生能源的发展，因为这有助于 UN-FCCC 附录 1 国家/地区温室气体排放量的降低；因此，当前形势强烈要求对可再生能源的发展进行更好的监管，从而加强可再生能源与废弃物信息的报告和发布，并且提高这些信息的及时性和可靠性。大部分可再生能源都不是通过商业方式交易的，并且可能位于偏远地区，这些因素都使上述目标面临巨大挑战。

因此，为了监视其中部分产品的每年发展情况以及与其他国家/地区进行比较，有必要收集关于这些产品的更具体的信息。

与联合调查问卷有关的特定信息

完整的信息涉及三类系统（发电厂、太阳能集热器和液体生物燃料厂）的某些技术特征、液体生物燃料和木炭的净热值，以及木材和其他固体废弃物的产量。

系统的技术特征（发电容量、太阳能集热器的表面积、液体生物燃料厂的容量，以及液体生物燃料和木炭的净热值）在表 4 中报告。

抽水蓄能水能容量应包括在所有工厂的水能总计中。在报告详细的水能数据时，抽水蓄能水能必须单独报告。水能容量可以按规模进一步划分为三类。应按“工厂”级别指定规模类别的容量。按规模报告的详细水能数据以及抽水蓄能容量应汇总到报告的“所有工厂的水能”数据中。

在可再生能源与废弃物调查问卷的表 4 中报告的可再生能源与废弃物发电厂的容量数据必须等于在年度电力和热能调查问卷（表 7）中报告的容量。在收集容量统计信息时，请与负责填写此调查问卷的人员密切配合。

液体生物燃料和木炭的热值取决于这些产品所用原材料的类型以及生产工艺。在确定这些统计信息时，应咨询数据提供者或能源部门的专家。

在开始年度可再生能源与废弃物调查问卷之前，年度煤炭调查问卷中已收集了一些可再生能源与废弃物统计信息。与当前的可再生能源与废弃物调查问卷相比，这些关于木材、木材废料和其他固体废弃物的数据更为详尽。为了让成员国继续保留已收集的一系列数据，还增加了表 6 来收集有关这些产品的更详细的统计信息。

木材仅指用作燃料的薪柴。不应报告为了用作非能源消费而生产的木材。“其他植物性材料”指用于能源用途的农作物、农业废弃物（例如谷壳、树枝与藤蔓）以及动物产生的固体粪便和垃圾。木材废料包括锯屑和树皮等材料。黑液是在造纸过程中产生的一种液体介质，其中含木质素、纤维素和煮解化学物质，通过“燃烧”，可以回收化学物质并提取能量。

在报告技术特征时，发电容量采用 MWe，太阳能集热器采用 1000m²，液体生物燃料厂采用吨/年 (tonne/yr)，平均净热值采用千焦/千克 (kJ/kg)。木材/木材废料/其他固体废弃物的产量采用净太拉焦耳报告。所有数值都必须四舍五入为整数，并且不允许出现负值。

要点

请根据上述具体信息填写表 4 和表 6。

自备生产商的电力与热能生产投入.....

一般信息

随着环境问题的重要性日渐突出，确定每个工业和消费部门各自的燃料总消费已是刻不容缓。只有这样才能针对每个部门制定旨在节能和减少温室气体排放的适宜措施。

有关自备生产的一般信息和定义，请参阅第 2 章“电力与热能”的第 1 节。

与联合调查问卷有关的特定信息

自备生产商的电力和热能生产投入应在表 5a 至 5c 中报告。

根据其基本经济活动，该表格提供了自备生产商的电力和商业热能生产所用燃料的有关信息。该表格分为 3 部分，分别对应于三个公认的生产厂类型：电厂、热电联产厂和热力厂。作为联合国为了了解特定部门的二氧化碳排放情况作出的努力之一，这些数据被用于追踪自给生产商的燃料投入以及电力和热能产出。

对于热电联产厂，为了分别报告电力和热能生产所消费的燃料量，需要采取方法来将总的燃料消费量分摊到两种能源输出上。即使不存在商业热能，这种分摊也是必需的，因为用于发电的燃料必须在转换行业下报告。在本手册附录 1 的第 1 节介绍了推荐方法，请严格遵循此方法。

请注意，此表中报告的总量应等于在转化行业中分别报告的总量。同时还应注意，在电力和热能调查问卷中也包含类似的表格（表 5）。为避免报告中出现不一致的情况，请与您所在国家/地区中负责填写电力调查问卷的人员联系。

要点

对于自备生产商用于发电和生产商业热能的可再生能源与废弃物，请在各自的相应部门中报告。

能源平衡表



1 为什么要制定平衡表？

通过建立能源产品供应与消费之间的产品平衡表，并以自然单位表示能源统计数据，有助于对数据的完整性进行检查，并能提供一种对每种产品的主要统计进行汇总即可轻松获得关键数据的简便途径。但是，由于燃料的主要用途在于其制热属性，而且燃料可以转换为不同的燃料产品，因此用能量单位表示供应和消费数据也将获益匪浅。所采用的这种形式被称为“能源平衡表”。借此，用户可以了解燃料转换效率，以及各种燃料供应对经济造成影响的相对重要性。

此外，能源平衡表还是构建各种能源消费指标（如人均消费量或单位GDP消费量）和能效指标的最佳切入点。统计人员还可以将能源平衡表用作高级的数据准确性检查工具，因为能源在转换过程中的明显增加或大量损耗都可能表明数据存在问题。

2 产品平衡表

在第1章“基础知识”第9节“能源数据如何呈现？”中已经大篇幅地介绍了产品平衡表及其主要组成部分。产品平衡表应该针对所使用的每一种能源产品在整个国家/地区层面上进行构建，即使对于使用规模较小或出于工作需要汇总的产品，也不应例外。这些应被视作国家/地区能源统计工作的一个基本框架，同时也是一种用来构建能源平衡表、高级汇总和通过统计差额一行来表明数据质量的重要统计工具。

为了确定哪些数据出现错误或不完整，国家统计人员应当探寻较大的统计差额。不幸的是，数据方面的错误并不总能得到更正。在这种情况下不应更改统计差额，而应予以保留以显示问题的严重程度。

决定是否应同报告企业一起探寻统计差额，只取决于判断。视为可以接受的百分比差额将取决于产品供应量的大小。对于主要的能源供应，如天然气或电力，应努力使统计差额低于1%。另一方面，对于次要产品，如来自焦炉的焦油和油料，则可以容许有10%的误差。

当运用报告为统计人员的数据构建产品平衡表时，也有可能显示统计差额等于零（“闭合”的平衡表）。对这样的理想结果应该谨慎地对待，因为几乎在大多数情况下，这都表明平衡表中的一些其他统计信息只是

估计的数值，目的是为了达到账目平衡。这通常发生在数据来自同一位报告者时（比如一家炼厂或一家钢铁厂），他们拥有构成平衡表的所有数据，因此可以调整数据来趋于平衡。为了了解和评估相关企业遇到的数据问题，统计人员应弄清哪些元素是为了实现报告平衡而估计的。

3 能源平衡表

为了进一步对数据进行检查，并帮助用户找出产品平衡表中隐含的重要数据关系，必须从产品平衡表来构建能源平衡表。

下图 7.1 显示了从产品平衡表到能源平衡表的转化示意图。

图 6.1 ● 能源平衡表的结构



首先，将产品平衡表中的自然单位换算为所选的能量单位，为此需要将每个自然单位乘以相应的换算当量。主要国际能源组织（如 IEA 和 Eurostat）使用“吨油当量”作为平衡表的能量单位。1 吨油当量 (toe) 等于 41.868 千兆焦耳（有关单位制和换算当量的介绍，请参阅附录 3）。许多国家/地区也使用太拉焦耳作为各自能源平衡表的单位。

下一步的格式变换操作包括将换算后的产品平衡表并排放置、重新排列某些行以及在转化行业中引入符号法则。根据惯例和侧重点的不同，各个组织可以用不同方式呈现其能源平衡表。例如，IEA 和 Eurostat 的格式就不尽相同。本章最后将对这方面的差异作出较为全面的说明。

为一次能源产量设定能量值.....

第 1 章“基础知识”第 3 节中介绍了出于统计考虑应在哪些环节中衡量一次能源的产量，以及这将如何定义能源帐目中的一次能源形式。例如，我们将水电站的总发电量作为一次能源形式来使用，而不采用流水的动能，因为将流水的动能作为一次能源形式对统计而言没有任何意义。当然，这并不意味着应该用这种方式计算一次能源形式所含的能量。上述情况下采用发电量为尺度只是度量上的一种自然选择。

部分替换法

在早期的能源平衡表构建方法中曾使用部分替换法来评估一次能源产量。这种方法赋予电力产量一个能量值，该值等于生产相同电力产量时，使用燃料发电的热电站所需的燃料量。

这种方法具有一定优势，在那些燃料发电量占较大比重的国家/地区中，可以因此限制由于一次发电量变化而导致的能源供应总量变化。例如在雨水少的年份里，水力发电量也会相应减少。这一部分电力缺口需要用自产或进口的燃料所生产的电力来弥补。但由于热力发电的效率较低（通常为 36%），因此必须通过大量燃料形式的能源来弥补水力发电厂的电力损失。以往克服这种不平衡的措施是，用几乎达到水电实际能量含量 3 倍 ($1/0.36$) 的能量值来替换水电产量。

但是，由于这对以水电为主的国家/地区几乎毫无意义，并且实际的替换值也往往难以确定（因为它们取决于边际发电效率），因此这种方法已被淘汰。部分替换法还对能源平衡表的真实性有所影响，因为由此产生的转换损耗并没有现实基础。

实际能量含量

目前采用的方法是“实际能量含量”法，即采用一次能源形式的正常实际能量含量来表示产量数据。对于一次电力，这是指针对能源来源的总产量数据。在表明各种来源在国家/地区电力产量中所占的百分比时务必谨慎。由于在一次电力生产的平衡表中并无公认的加工转化过程，因此热电和一次电力的百分占比不能根据“燃料输入”来计算。此时应使用按能源来源（煤、核能、水力等）分类的各类发电站所生产的电力来计算不同的占比。在用一次热能（核能和地热能）发电时，这些热能即为一次能源形式。涡轮机的热能流输入由于难以测量，因此通常使用估算值。

“实际能量”含量方法的应用

核热产量

对于来自反应堆的蒸汽，仅当实际的含热量无法获得时，才需要使用估算方法。欧盟成员国通常按月向 Eurostat 报告核电厂的蒸汽产量，在这些情况下无需估算。而 IEA 和 ECE 成员国中的非欧盟国家/地区一般没有类似信息。对于这些国家/地区，IEA 将根据总发电量来推算核电厂的一次热能产量（所使用的热效率为 33%）。如同第 1 章“基础知识”第 8 节所述，如果直接来自反应堆的部分蒸汽用作了发电以外的用途，则必须对估算的一次产量值进行相应的调整。

地热产量

来自地热来源的一次热能也可以用于地热发电厂。当供应给工厂的蒸汽量未知时，可以采用类似的回推法来估算热能供应量。但在这种情况下所用的热效率为 10%。这一数据只是近似值，它反映了来自地热来源的蒸汽通常品质较低的事实。应当强调的是，如果可以获得地热发电厂的蒸汽输入数据，则应通过这些数据来确定地热产量。

这种使用来自核反应堆的蒸汽作为能源统计意义上的一次能源形式的做法，对各种能源供应依赖性方面的指标都具有重要影响。在当前的惯例下，一次核热被视为一种本土资源。但大多数使用核电的国家/地区都从国外进口核燃料，如果考虑到这一事实，则会发现这些国家/地区在燃料供应方面对国外的依赖性更加显著。

抽水蓄能电站的电力产量与用量

通过将低位河流或湖泊中的水抽送到专门的水库中，即可利用水库中的水流来发电。抽水蓄能电站在低需求期间（通常在夜晚）使用国家电网的电力将水抽送到水库中，以便在峰值电力需求期间发电的边际成本较高时释放。虽然以这种方式生产的电力量尚不及将水抽送到高位水库所消耗的电力量，但这一过程更具经济效益，因为抽水蓄能过程的成本与低效的热电站生产相同电力量所需的成本相比更为低廉。

用来抽水的电力产自己记录在本土产量或平衡表其他位置的进口量中的燃料，如果在 Eurostat 的内陆总消费或 IEA 的 TPES 中将抽水蓄能发电量计入自然水流发电量中，则会造成抽水蓄能发电量所含能量的重复统计。因此，在能源平衡表的水力发电中省略了抽水蓄能发电。

抽水过程中的能源损耗（即，用于抽水的电力量同抽水蓄能电站的发电量之间的差值）应被纳入 Eurostat “能源分支消费” 的电能量列。

热泵的热能产量

收集有关热泵所用电力和产出热能的数据时，通常不会导致能源流定义方面的相关问题。所出现的任何数据收集问题一般都发生在试图查找热泵使用情况并创建相关报告的环节。从另一方面来说，在能源平衡表中呈现所用电力和所供热能总是困难重重。为此，一种简化方法应运而生。

在热泵的高温产出中包含的能量来自两方面：从温度较低的物质中提取出的热能，以及热泵所耗用的电力。用产出的总能量减去所耗电力，即可估算出提取的热能。所提取的热能被认为是“新”热能，并且包含在本土的热能产量中。热泵工作所消耗的电力将作为加工转换过程的投入

而在热泵条目下报告。相应的（转化）热能输出（等于电力输入）将包括在热泵的总产出之内。以这种方式可以确定热泵的能源消耗，它们的总产出将包括在热能供应中。请注意，在公布的平衡表数据中不含“热泵”这一转换行业条目，这是因为是其规模太小而不值得单独列出，但在 IEA 平衡表中，热泵所用电力和产出热能将是其他转换下所呈报数据的一部分。

高炉煤气产量.....

在高炉炼铁期间生产的高炉煤气是该过程的副产品燃料，它可以用于高炉或工厂的其他位置，有时还会销售给其他企业。高炉在设计上并不是一种燃料转换装置，但其实际表现却正是如此。为了追踪和统计燃料与能源流，高炉的投入与产出必须分为转化矩阵和能源部门。附录 1 第 3 节介绍了高炉的工作原理，并且提供了如何报告高炉产量和燃料用量的说明。

关于高炉燃料用量的报告在近期有所变化。以往，高炉使用的所有燃料都作为转化过程的投入来报告。而现在，IEA 采用了一种模型将燃料划分为转换行业和能源部门。但由于高炉的输入与产出被列入煤炭一列中，因此在发布的简明平衡表形式中并未得以体现。

4 Eurostat 和 IEA 的能源平衡表之间的差异

第 1 章的第 9 节中介绍了 IEA 和 Eurostat 各自所采用的产品平衡表之间的差异。二者的主要区别在于一次和二次燃料产量的呈现方式。Eurostat 格式将产品平衡表的“产量”行限定为一次（或本土）产量，而将二次产品的产量纳入平衡表的“加工转化输出”部分。这样一来就无需对平衡表进行任何格式上的变换。换言之，Eurostat 能源平衡表在外观上与产品平衡表相同，只不过采用能量单位表示而已。

另一方面，IEA 产品平衡表在产品平衡表的“产量”行中同时报告一次和二次产量。这样做的优点是，所有产品都以同样方式呈现，用户无需了解产量信息被分放在了两个位置。而缺点是，在编制能源平衡表时需要对产品平衡表进行格式变换。

表 7.1 和表 7.2 以 1999 年西班牙简明能源平衡表为例说明了两种能源平衡表的差异。两个国际组织编制的能源平衡表都显示了所有产品，但为了保持数据呈现的可管理性而仅发布了简明平衡表。

如上所述，Eurostat 能源平衡表的格式与产品平衡表相同，其转换部分（有时称为“转换矩阵”）被分为投入与产出。转换矩阵中的所有数量都是正数。与产品平衡表类似，产量仅限于一次产量。

表 7.1 ● Eurostat 的 1999 年西班牙能源平衡表

	(1000 toe)													
	所有产品 合计	硬煤	专用燃料	焦炭	褐煤合计	褐煤型煤	焦油 原油	原料 石油产品 合计	炼厂干气	液化石油气	汽油	煤油 燃气 燃料	石脑油	
初级产品	30305	7005	-	-	1561	-	297	-	-	-	-	-	-	
回收产品	83	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
进口	101063	12061	-	82	-	-	57665	876	16446	-	1381	931	436	2160
库存变化	-1506	-385	-	10	12	-	480	67	-926	-	-29	130	-27	40
出口	7653	-	-	261	-	-	-	-	6855	-	133	1694	257	1610
船用	5823	-	-	-	-	-	-	-	5823	-	-	-	-	-
内陆总消费	117469	18608	-	-169	1573	-	-58422	945	2842	-	1220	-833	152	590
加工转换投入	105468	18314	-	459	1510	-	58410	2639	5145	-	22	-	-	142
公共热电站	21688	15786	-	-	-	-	-	-	3379	-	-	-	-	-
自给生产商热电站	4545	45	-	-	-	-	-	-	1602	-	-	-	-	-
核电站	15181	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
专用燃料与型煤厂	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
焦炉厂	2418	2418	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
高炉厂	459	-	-	459	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
制气厂	164	-	-	-	-	-	-	-	164	-	22	-	-	142
炼厂	60949	-	-	-	-	-	58410	2539	-	-	-	-	-	-
集中供热厂	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
加工转换产出	78574	-	-	1587	-	-	-	-	60501	1864	1743	9918	4386	3260
公共热电站	7947	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
自给生产商热电站	2544	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
核电站	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
专用燃料与型煤厂	5080	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
焦炉厂	1959	-	-	1587	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
高炉厂	458	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
制气厂	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
炼厂	60501	-	-	-	-	-	-	-	60501	1864	1743	9918	4338	3260
集中供热厂	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
交换与转换、回送	258	-	-	-	-	-	-	1594	-1334	64	-152	117	-317	1081
产品间转换	-201	-	-	-	-	-	-	-	-199	64	-152	117	-317	1113
已转换的产品	480	-	-	-	-	-	-	1583	-1103	-	-	-	-	-
石化工业回送	-1	-	-	-	-	-	-	30	-32	-	-	-	-	-32
能源分支消费	5854	5	-	-	-	-	-	4288	1929	-	-	-	-	-
分配损耗	1933	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
可供最终消费	83046	369	-	959	63	-	12	0	52576	0	2788	9402	4222	4789
最终非能源消费	8436	-	-	-	-	-	-	8107	-	-	-	-	-	4493
化学工业	5347	-	-	-	-	-	-	-	5018	-	-	-	-	4493
其他部门	3089	-	-	-	-	-	-	-	3089	-	-	-	-	-
最终能源消费	74297	738	-	959	-	-	11	-	43862	-	2784	9383	4207	-
工业	22369	587	-	959	-	-	11	-	5170	-	427	-	-	-
钢铁工业	3681	389	-	881	-	-	-	-	370	-	38	-	-	-
有色金属工业	1090	4	-	41	-	-	-	-	140	-	11	-	-	-
化学工业	3224	45	-	15	-	-	-	-	749	-	224	-	-	-
玻璃、陶瓷与建材	5279	145	-	-	-	-	-	-	1964	-	27	-	-	-
采掘业	335	1	-	-	-	-	-	-	125	-	7	-	-	-
食品、酿造和烟草业	2282	-	-	5	-	-	-	-	578	-	35	-	-	-
纺织、皮革和制衣业	1059	-	-	-	-	-	-	-	182	-	3	-	-	-
造纸和印刷	2114	3	-	-	-	-	-	-	304	-	27	-	-	-
工程和其他金属行业	1683	3	-	17	-	-	-	-	361	-	41	-	-	-
其他行业	1616	-	-	-	-	-	-	-	397	-	13	-	-	-
交通运输	31890	-	-	-	-	-	-	-	31573	-	82	9393	4198	-
铁路运输	792	-	-	-	-	-	-	-	485	-	-	-	-	-
公路运输	25307	-	-	-	-	-	-	-	25297	-	82	9383	-	-
航空运输	4208	-	-	-	-	-	-	-	4208	-	-	11	4198	-
内陆航运	1584	-	-	-	-	-	-	-	1584	-	-	-	-	-
民用、商业、公共事业	20038	151	-	-	-	-	-	-	7110	-	2274	-	9	-
民用	11794	141	-	-	-	-	-	-	3953	-	1989	-	-	-
农业	2192	-	-	-	-	-	-	-	1712	-	27	-	9	-
统计差额	312	-368	-	0	63	-	-	-	616	-	4	8	15	296

表 7.1 ● Eurostat 的 1999 年西班牙能源平衡表

													(1000 toe)		
粗柴油/ 柴油	残留燃料油	其他石油产品	天然气	衍生气	核热	可再生能源合计	太阳热	地热能	生物质能	风能	水能	其他燃料	衍生热	电能	
-	-	-	131	-	15181	6130	28	5	3894	236	1966	-	-	-	初级产品
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	回收产品
9819	2135	358	13903	-	-	-	-	-	-	-	-	75	-	1026	进口
-572	-355	-57	-744	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	库存变化
737	1338	289	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	537	出口
1159	4653	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	船用
4351	-4210	-11	13289	-	15181	6130	28	5	3894	236	1966	75	-	492	内陆总消费
363	4618	-	-	2963	372	15181	501	-	-	5145	-	22	-	142	加工转换投入
222	3157	-	576	291	-	145	-	-	-	-	-	-	-	-	公共热电站
140	1462	-	2387	80	-	355	-	-	-	-	-	-	-	-	自给生产商热电站
-	-	-	-	-	15181	-	-	-	-	-	-	-	-	-	核电站
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	专用燃料与型煤厂
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	焦炉厂
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	高炉厂
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	制气厂
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	炼厂
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	集中供热厂
20578	13496	1721	-	860	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	加工转换产出
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	公共热电站
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	自给生产商热电站
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	核电站
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	专用燃料与型煤厂
-	-	-	372	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	焦炉厂
-	-	-	458	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	高炉厂
-	-	-	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	制气厂
20578	13496	1721	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	炼厂
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	集中供热厂
-1497	-149	-550	-	-	-	-2203	-	-	-	-	-	-	-	-	交换与转换、回送
-1497	-149	553	-	-	-	-2203	-	-	-	-	-	-	-	-	产品间转换
-	-	-1103	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	已转换的产品
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	石化工业回送
72	2061	114	18	226	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	能源分支消费
-	-	-	245	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	分配损耗
22998	2457	1046	10063	262	-	3426	28	5	3294	-	-	-	74	15241	可供最终消费
-	-	776	322	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	最终非能源消费
-	-	525	322	7	-	-	-	1401	-	-	-	-	-	-	化学工业
-	-	251	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	其他部门
22965	2468	-	9740	255	-	3426	28	-	-	-	-	-	74	15241	最终能源消费
935	1779	-	7368	225	-	1401	-	-	13	-	-	-	74	6574	工业
51	119	-	676	225	-	-	-	-	130	-	-	-	-	1141	钢铁工业
24	105	-	131	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	774	有色金属工业
86	356	-	1461	-	-	13	-	-	507	-	-	-	23	918	化学工业
57	192	-	2284	-	-	130	-	-	-	-	-	-	-	756	玻璃、陶瓷与建材
76	43	-	77	-	-	-	-	-	487	-	-	-	-	132	采掘业
237	306	-	749	-	-	284	-	-	-	-	-	-	7	658	食品和烟草业
81	97	-	527	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	344	纺织、皮革和制衣业
33	244	-	829	-	-	507	-	-	-	-	-	-	-	471	造纸和印刷
106	115	-	559	-	-	487	-	-	-	-	-	-	-	742	工程和其他金属行业
182	202	-	76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	38	638	其他行业
17681	220	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	307	交通运输
485	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	307	铁路运输
15832	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	公路运输
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	航空运输
1364	220	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	内陆航运
4349	469	-	2362	30	-	2025	28	5	1992	-	-	-	-	8361	民用、商业、公共事业
1874	86	-	1752	21	-	2020	28	-	1992	-	-	-	-	3907	民用
1506	60	-	81	-	-	5	-	5	-	-	-	-	-	294	农业
33	-11	270	0	0	-	0	1	-	0	-	-	-	-	0	统计差额

表 7.2 ● IEA 的 1999 年西班牙能源平衡表

百万吨油当量

供应与消费	煤炭	原油	石油产品	天然气	核能	水能	地热能、太阳能等	太阳能	生物质能 燃烧与废弃物	电力	热能	合计
产量	8.6	0.3	-	0.13	15.34	1.97	0.27	4.08e	-	-	-	30.7
进口	11.3	60.01	16.85	13.9	-	-	-	-	-	1.03	-	103.09
出口	-0.28	-	-7.09	-	-	-	-	-	-	-0.54	-	-7.9
国际海运加油	-	-	-5.88	-	-	-	-	-	-	-	-	-5.88
库存变化	-0.36	0.54	-0.97	-0.74	-	-	-	-	-	-	-	-1.54
TPES	19.26	60.85	2.91	13.29	15.37	1.97	0.27	4.08	0.49	-	-	118.46
转移	-	-1.56	-1.52	-	-	-	-	-	-	-	-	0.05
统计差额	-0.35	-	-0.74	-	-	-	-	-	-	-	-	-1.08
发电厂	-16.27	-	-3.44	-0.59	-15.34	-1.97	-0.24	-0.28	15.3	-	-	-22.82
热电联产厂	-0.04	-	-1.58	-2.37	-	-	-	0.75e	2.44e	-	0.07	-2.22
热力厂	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
制气厂	-	-	0.14e	0.03	-	-	-	-	-	-	-	-0.11
炼油厂	-	-62.44	62.16	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.27
煤炭加工转换	1.05e	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-1.05
液化厂	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
其他加工转换	-	0.03	-0.03	-	-	-	-	-	-	-	-	0
自用	-0.23	-	-4.27	-0.02	-	-	-	-	-	-	-	-5.81
分配损耗	-	-	-	-0.25	-	-	-	0.00e	-1.71	-	-	-1.96
TFC	1.32	0.01	53.37	10.09	-	-	0.03	3.04	15.24	0.07	0.07	83.18
工业部门	1.17	0.01	9.78	7.69	-	-	0	1.02	6.57	0.07	0.07	26.33
钢铁工业	0.89e	-	0.37	0.68	-	-	-	-	1.14	-	-	3.08
化学和石化工业	0.06	0.01	5.35	1.78	-	-	-	-	0.92	0.02	-	8.15
其中：用作原料	-	-	4.6	0.43	-	-	-	-	-	-	-	5.03
有色金属工业	0.05	-	0.14	0.13	-	-	-	-	0.77	-	-	1.09
非金属矿业	0.15	-	1.94	2.28	-	-	-	0.08e	0.76	-	-	5.21
交通运输设备	-	-	0.13	0.35	-	-	-	-	0.28	-	-	0.76
机械工业	0.02	-	0.23	0.21	-	-	-	-	0.46	-	-	0.93
采掘业	0.00	-	0.13	0.08	-	-	-	-	0.13	-	-	0.34
食品和烟草业	0.01	-	0.59	0.75	-	-	0	-	0.66	0.01	-	2.01
纸、纸浆和印刷业	0.00	-	0.31	0.83	-	-	-	-	0.47	-	-	1.61
木材和木制品	-	-	0.04	0.07	-	-	-	-	0.12	-	-	0.23
建筑业	-	-	0.11	0	-	-	-	-	0.11	-	-	0.22
纺织和皮革	-	-	0.18	0.53	-	-	-	-	0.34	0.01	-	1.06
未指定	-	-	0.25	0.01	-	-	0	0.94e	0.4	0.04	-	1.65
交通运输部门	-	-	32.33	0.01	-	-	-	-	0.31	-	-	32.65
国际民航运输	-	-	2.62	-	-	-	-	-	-	-	-	2.62
国内航空运输	-	-	1.75	-	-	-	-	-	-	-	-	1.75
公路运输	-	-	25.86	0.01	-	-	-	-	-	-	-	25.87
铁路运输	-	-	0.5	-	-	-	-	-	0.21	-	-	0.7
管道运输	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
国内航运	-	-	1.62	-	-	-	-	-	-	-	-	1.62
未指定	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1	-	-	0.1
其他部门	0.14	-	7.28	2.39	-	-	0.03	2.02	8.36	-	-	20.23
农业	-	-	1.75	0.08	-	-	0	0.00e	0.39	-	-	2.23
商业和公共事业	0.01	-	1.47	0.54	-	-	0.02	-	3.87	-	-	5.91
居民消费	0.13	-	4.06	1.77	-	-	0.01	2.00e	3.91	-	-	11.88
未指定	-	-	-	-	-	-	-	0.02e	0.19	-	-	0.21
非能源产品消费	0.01	-	3.97	-	-	-	-	-	-	-	-	3.97
工业/转换/能源	0.01	-	3.64	-	-	-	-	-	-	-	-	3.65
交通运输	-	-	0.31	-	-	-	-	-	-	-	-	0.31
其他部门	-	-	0.02	-	-	-	-	-	-	-	-	0.02
发电量 - GWH	75436	-	24445	19058	58852	22863	2761	2902e	-	-	-	206317
电厂	75071	-	14541	2643	58852	22863	2761	1161	-	-	-	177892
热电联产厂	365	-	9904	16415	-	-	-	1741e	-	-	-	28424
产热量 - TJ	-	-	320	2205	-	-	-	576	-	-	-	3101
热电联产厂	-	-	320	2205	-	-	-	576	-	-	-	3101
热力厂	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

e: 估算

而 IEA 能源平衡表仅将本土产量（初级产量）纳入“产量”行中。次级能源产品的产量则以正数形式显示在相关转化工业的转化矩阵中。通过赋予输出量一个负号，即可使用一个统一的转化矩阵来同时涵盖输入和产出。在给出的西班牙示例中，炼油厂的原油输入（包括原料）为 -62.44 百万吨油当量 (Mtoe)，所有石油产品的相应产出为 62.16 Mtoe。转化损耗显示在合计列下矩阵的右侧，它是输入和产出的代数和。借助损耗数据可以有效地检查产品平衡表中的基本数据以及用于编制能源平衡表的换算当量（主要指卡路里值）是否准确。对精炼工业而言，0.5% 左右的少量损耗是可接受的。如果此数据较大或者为正值（转化增益），则应该对数据进行检查。热电厂的转化损耗可能较大，因为用热能发电的过程在本质上具有低效率。

在炼厂使用的原油和原料相应的 Eurostat 数据是 60.95Mtoe，而所有产品的总产出为 60.50Mtoe。此处的转换损耗是通过这两个数据相减得到的 (0.45 Mtoe)。

两个组织在各自平衡表的一些细节处理上也有所差别，其中有一点值得一提。

在每个组织的平衡表中，必须将一次电力产量（如水力发电量）列的数据转移到电力列中，从而能够按照消费部门来说明这些电力以及其他所有电力的用途。一旦一次电力进入国家输电系统，就会和所有来自其他来源的电力混淆，通常无法分清是哪些客户消费了一次电力。

IEA 转移一次电力的方式是，将一次发电量作为负值换入到转换矩阵，同时将相同的数量纳入电力列的电力总产量中。在西班牙示例中，水电列的水力发电量 (1.97Mtoe) 在转换行业内显示为 -1.97，而在 15.30 Mtoe 的电力总产量中将包含 1.97 Mtoe 的一次电力。

Eurostat 则使用转换行来实现上述转移。在水电列的转换行中显示的数量将为 -1966ktoe，而在电力列的（产品间）转换行中将显示 +1966，该行还包括以类似方式转移来的任何其他一次电力（本例中，还有 236ktoe 来自风力发电厂）。这种转移将构成总的可用电力，而其用途将包括在消费数据中。

附录 1

燃料转换和能源生产过程



1 电力与热能的生产

工厂类型.....

年度调查问卷将电力和热能生产厂分为 3 组：电厂 - 电厂仅生产电力；热力厂 - 热力厂仅生产热能；以及热电联产厂（CHP） - 将热能和电力在联合生产过程中生产。

下述“电力与热能生产工艺”小节介绍了应用最为广泛的电力和热能生产工艺。

电厂

大多数不提供热能供应的电力生产都是通过由涡轮机驱动的交流发电机来进行的，而涡轮机又由可燃烧燃料（包括废弃物）产生的蒸汽或核热推动。在小型电厂中，也可能使用燃气轮机或内燃机。

蒸汽也可能直接从地热储层获得，但地热蒸汽和/或热水可能还需要用化石燃料进一步加热才能使其温度和压力等特性满足涡轮机的工作要求。

水能、风能、潮汐能和海洋能发电厂也使用涡轮机来驱动交流发电机，因此它们也属于电厂类型。流经涡轮机的介质（水或风）会通过其动能推动涡轮机，从而使交流发电机运转。

热力厂

热能可以通过管道网络或通过安装在建筑物（包括住所）内部或附近的专用锅炉提供给消费者。对于以这些方式销售的热能，消费者可以用直接方式或间接方式（内含在住宿费用中）付款。但如果某家工厂在未使用地方或地区网络的情况下专为某一建筑或建筑群供热，那么这部分供热应从调查中排除。这些能源消费信息将在针对锅炉厂的燃料供应统计中采集。

大多数热力厂的生产依赖于使用可燃烧燃料的简易锅炉，或是依赖于地热。在某些水力发电量充足的国家/地区中，采用电热锅炉来提供蒸汽可能是一种更经济的做法。而在拥有地热的地方可以直接使用开采的地热，也可以先用燃料对地热流作进一步的加热。

热电联产 (CHP)

热电联产厂可以通过一种或几种生产设备同时提供电力和热能。当使用两种生产设备时，将会通过第一种设备（该设备为另一种设备提供能源输入）的热能输出端将其连接在一起。一旦热电联产厂停止热能生产，从而仅生产电力，那么它便成为“电厂”，因此应作为电厂报告。

热电联产设备在何种运行情况下的电力产出可以单独划分为热电联产电力，Eurostat 目前正在对此进行调查，以确保只将真实的热电联产运行包含在内。因此，统计人员不久便有望看到相关定义的出台，该定义将对热电联产活动的报告造成影响。

热电联产厂可以分为五种类型：背压、抽汽凝汽、燃气轮机热回收、热回收联合循环以及往复式发动机发电厂。

背压发电厂

最简单的热电联产厂即所谓的背压发电厂，其中的热电联产电力是在蒸汽轮机中生产的。为了保持蒸汽离开涡轮机时的温度，在涡轮机中会对蒸汽施加背压。随后，蒸汽可用作工艺蒸汽或用于集中供热。用于实现背压涡轮机/供热配置的蒸汽锅炉可以使用固体、液体或气体燃料（请参阅图 A1.1）。

抽汽凝汽发电厂

凝汽发电厂通常仅生产电力。但在抽汽凝汽发电厂中，会从涡轮机中提取部分蒸汽。提取的蒸汽随后可用作工艺蒸汽或用于集中供热。用于实现抽汽凝汽涡轮机/供热配置的蒸汽锅炉可以使用固体、液体或气体燃料（请参阅图 A1.2）。

燃气轮机热回收发电厂

在燃气轮机热回收发电厂中，化石燃料在涡轮机内进行燃烧，而离开涡轮机的热烟道气则被导入热回收涡轮中。大多数情况下，涡轮机使用天然气、石油或是这些燃料的组合。燃气轮机可以使用气化的固体或液体燃料，但需要在涡轮机附近设置适当的气化设施（请参阅图 A1.3）。

联合循环热回收发电厂

近来，以天然气为燃料并由一套或多套燃气轮机、热回收锅炉和蒸汽轮机组成的联合循环发电厂已变得常见。

往复式发动机发电厂

除了燃气轮机外，往复式发动机（如柴油发动机）也可以和热回收锅炉配套使用。在某些应用中，热回收涡轮可以为蒸汽轮机提供蒸汽来生产电力和热能。

下一节将介绍应用最为广泛的电力和热能生产工艺。

热电联产厂的典型参数

有一些参数可以用来描述热电联产厂的性能。

总效率是指系统提供的总能量与所消费能量之比。

如果 H_m 表示工厂消费的燃料， H 和 E 分别表示由工厂提供的可用热能和电力，则总能效 U 为：

$$U = (H + E) / H_m$$

为了解电力生产效率，需要采取方法来估计发电燃料用量。所用的方法被称为“Ecabert 法”。

首先用产出的可用热能 H 除以锅炉效率 R_c （以热电联产系统替代的锅炉的效率或传统锅炉的效率），从而将产出的可用热力转换为其输入当量。因此可得：

$$H_c = H / R_c$$

则用于电力生产的热能 H_e 为：

$$H_e = H_m - H_c$$

换言之， H_e 是减去可用热能的输入当量后剩余的热能。

因此，隐含的电力生产效率为：

$$R_e = E / H_e$$

注意，该效率取决于以上选择的锅炉或其替代系统的效率。

与电力生产有关的特定消耗为：

$$C_{se} = 1 / R_e$$

节能指标 (S) 可用于评估节约的能量量，是因为效率为 R_p 的传统电站并电力生产未利用的能量。

$$S = (E / R_p) - [H_m - (H / R_c)]$$

电力与热能生产工艺.....

蒸汽轮机

随着技术的不断进步，热电联产工业已开始使用往复式发动机和燃气轮机，但热电联产厂中最常用的仍然是蒸汽轮机。在这些工厂中，首先由蒸汽设备的锅炉产生超热蒸汽，然后再将蒸汽输送到背压式、凝汽式或组合式（凝汽加抽汽）蒸汽轮机中。

凝汽涡轮机

凝汽涡轮机一般用于传统的仅生产电力的发电厂中。在锅炉中产生的高压超热蒸汽被输送到涡轮机中，并在涡轮机中膨胀和冷却。蒸汽膨胀所释放的动能使涡轮机叶片和交流发电机旋转，从而生产出电力。如果希望获得最大化的发电量，尽可能降低尾气压力和温度不失为可取的做法。离开涡轮机的蒸汽中，低温尾气几乎无法提供有效能量，因此大部分残余热能通常都被排入冷却水或空气中。

背压发电厂

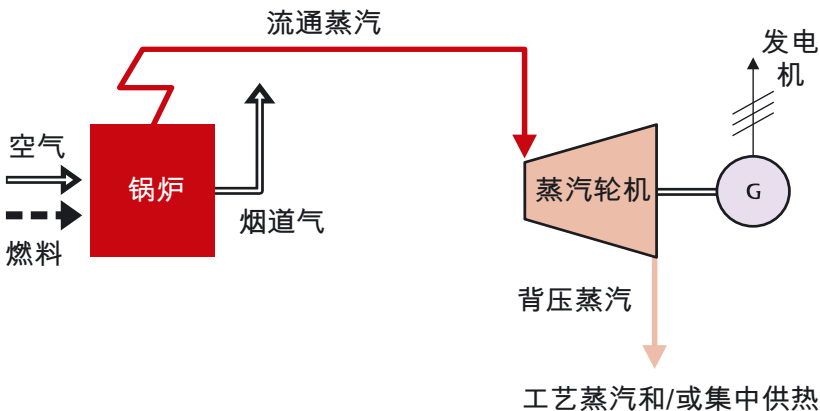
背压发电厂（图 A1.1）的目标并非获得最大化的发电量，而是为了满足工业过程或集中供热网络的热能需求。蒸汽尾气的能量含量主要取决于蒸汽压力。通过改变尾气压力，可以控制背压涡轮机的热/电产量比。提高背压会使电力产量降低，但这有利于热能生产。有时可以从涡轮机中提取中压蒸汽，这将提高热能产量。

在需要热水时（通常在城市集中供热业务中），来自涡轮机的蒸汽尾气可以在“热凝器”中凝结，其中的热量将吸收到水中，然后可以将热水送往集中供应网络。

整个背压涡轮机的发电操作可被视为完整的热电联产过程。

背压涡轮机是工业热电联产最常用的设备类型。它们可以使用任何类型的固体、气体和液体燃料。与需要根据市面规格选择的内燃机和燃气轮机不同，在使用蒸汽轮机时，可在其极限内根据工厂的动力需求来自行安排。背压蒸汽轮机的热效率非常高，可以达到甚至超过 90%。其发电效率通常介于 15% 到 25% 之间。

图 A1.1 ● 背压发电厂



抽汽凝汽蒸汽轮机

完全凝结并且压力较低的涡轮机蒸汽尾气无法提供有效热能。然而，可以从涡轮机中抽取中压蒸汽。只有具备蒸汽抽取能力时，凝汽蒸汽轮机才适用于热电联产。在这种类型的设备中，一部分蒸汽在经过涡轮机时完全膨胀，并最终在低温和低压下释放，与此同时还会在涡轮机流程的早期阶段从中抽取一部分蒸汽。

由于蒸汽尾气中的能量并没有完全被提取，因此抽汽凝汽涡轮机的热效率低于背压涡轮机。在凝结器中会损失部分能量（10% 到 20%）。

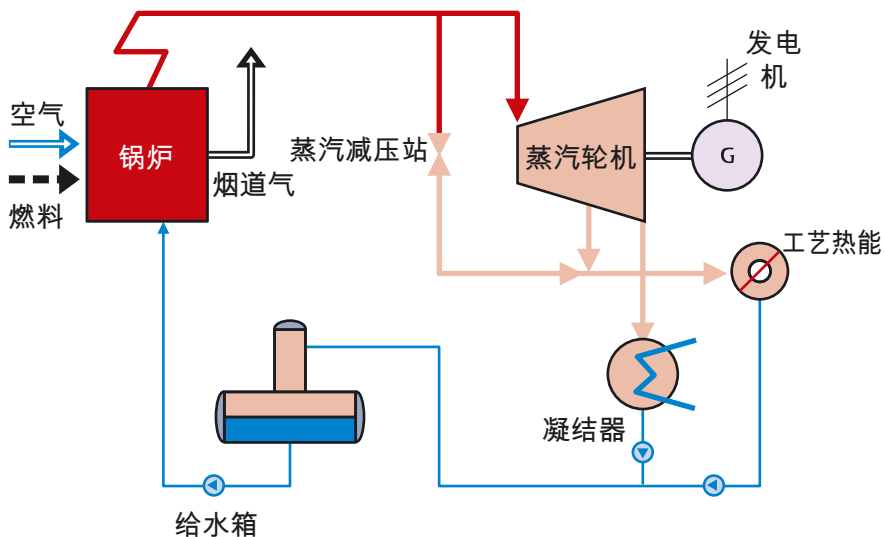
在具有热量提取能力的凝汽厂中，发电效率取决于所生产的热能总量。完全凝结模式（不生产任何有效热能）下的效率可能高达 40%。

抽汽凝汽涡轮机多用于电力负荷较高而热能需求不定的工业应用。在调整用于工艺和集中供热的蒸汽产出方面，抽汽凝汽涡轮机具有很高的灵活性。而传统的背压式涡轮机常用于热负荷变化不大的场合。

抽汽凝汽涡轮机一般用于大型发电厂中。这种情况在北欧尤其普遍：涡轮机在冬天生产电力和用于集中供热的热能，而在夏天则采用完全凝结工作模式，从而仅生产电力。在后一种情况下生产的电力被称为“凝汽电”，这种生产不属于热电联产。

当发电过程不符合利用热能同时生产电力和热力的热电联产定义时，“凝汽电”一词也可用于这些其他循环类型的发电过程。尤其在蒸汽轮机中，即使此时仅有一小部分蒸汽发生凝结，与所浪费的热量相应的发电量也不应视为热电联产电力。

图 A1.2 ● 抽汽凝汽蒸汽轮机



在蒸汽动力厂、背压或凝汽式设备中，通常可以在蒸汽通过涡轮机之前抽取部分蒸汽用于生产热能。这种抽取操作是通过所谓蒸汽减压站来完成的。以此方法获得的热能不属于热电联产热能，因为这些蒸汽并未流经涡轮机，而且减少的蒸汽热能也并非用于发电。

通过上述两种热电联产厂的初始比较，可以得出下述结论：

- 背压涡轮机可以供应大量的低成本热能，但电力产量相对较小；因此无法轻松应对热/电产量比方面的重大变化。
- 抽汽凝汽涡轮机可以迅速适应新的热能或电力需求，但付出的代价是能效会随负荷增加而降低。换言之，随着更多的蒸汽进入凝结核器，单位生产成本将会提高。

热回收燃气轮机

用于大规模生产的燃气轮机拥有从数百 kW 到超过 100 MW 的一系列规格。它们的设计也丰富多样 - 从源于航空发动机的“简单”涡轮机，到具有高级功能和叶片设计的“重型”机器。这些系统的设计性能越先进，其效率也越高。燃气轮机的热效率介于 17% 到 33% 之间。燃气轮机既可作为独立的发电设备使用，也可以与蒸汽设备或内燃机组合使用。

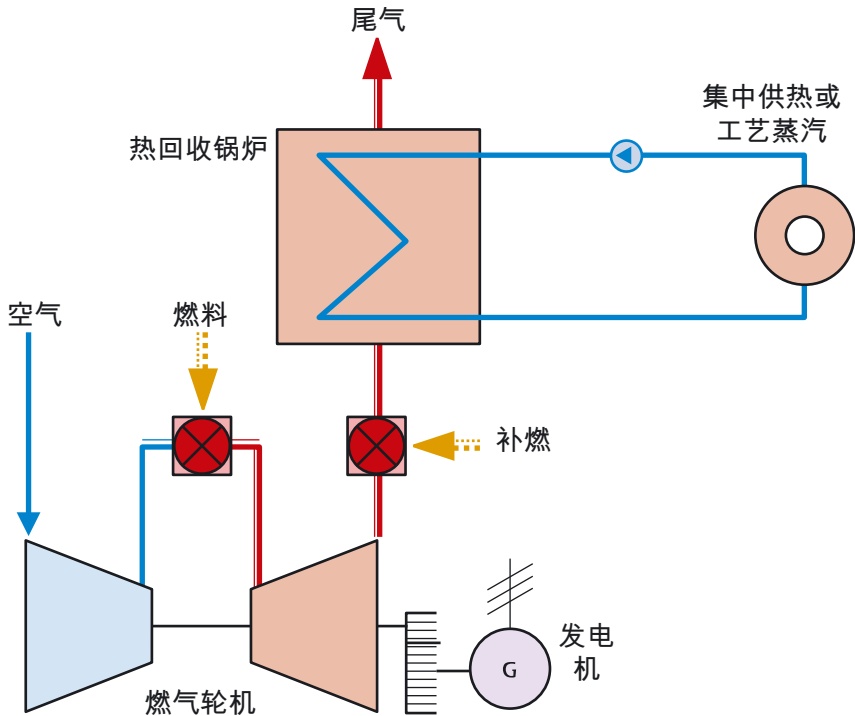
在含有高压空气的燃烧室中可以注入气体或液体燃料。热燃气在通过涡轮机时发生膨胀，而尾气可用于生产有效热能。燃气轮机尾气的温度介于 400° C 和 600° C 之间，通过热量回收可以生产热水、工业超热蒸汽以及用于蒸汽轮机发电的蒸汽。所产蒸汽的品质与尾气温度直接相关。对典型燃气轮机来说，适于直接回收的最大指导值为 480° C 和 65 bar。

由于从燃气轮机回收的热量几乎完全集中在其尾气中，因此热回收工作只能由一台热交换器来完成。尽管这带来了操作上的简便性，但鉴于所涉及的气体量，交换器的规格必须足够大。

由于尾气流的热质非常高，因此适于进行大规模热回收。即使存在机器和用户要求等方面的限制，燃气轮机热电联产系统的总体热效率也可以达到 75% 到 80% 之间。

燃气轮机尾气流的一个特征是，氧气浓度保持在 16% 到 17% 之间（按重量）。借此可以实现“后燃烧” - 在不添加空气的情况下向尾气流中注入补充燃料。这样可以进一步提高尾气的热质，从而增加热回收量。用这种方法可以实现接近 100% 的热效率，因为在热回收锅炉之前的热损耗几乎为零。但需要注意的是，用后燃烧法获得的热能不属于热电联产热能，无论是其输入燃料还是产出热能，都应当在单一产热的系统中予以考虑。

图 A1.3 ● 热回收燃气轮机



当整个热回收系统或其中一部分被略过时，燃气轮机仍能正常工作。此时，尾气中剩余的热能不用于生产热力，而被略过的尾气相应的发电量将被视为“凝汽电”而非热电联产电力。

对独立的燃气轮机设备来说，其发电效率通常低于凝汽设备的发电效率。但这种简单燃气轮机电厂的每 kW 建设成本相当低廉，目前远低于凝汽电厂建设成本。因此，由于独立燃气轮机设备的装机成本低，并可迅速投入生产，它们通常用来满足峰值电力负荷期间的电力需求。

往复式内燃机

用于热电联产应用的往复式发动机拥有从数 kW（普通机动车发动机）到超过 20 MW 的一系列规格。热电联产最常用的往复式发动机可以分为截然不同的两种类别：

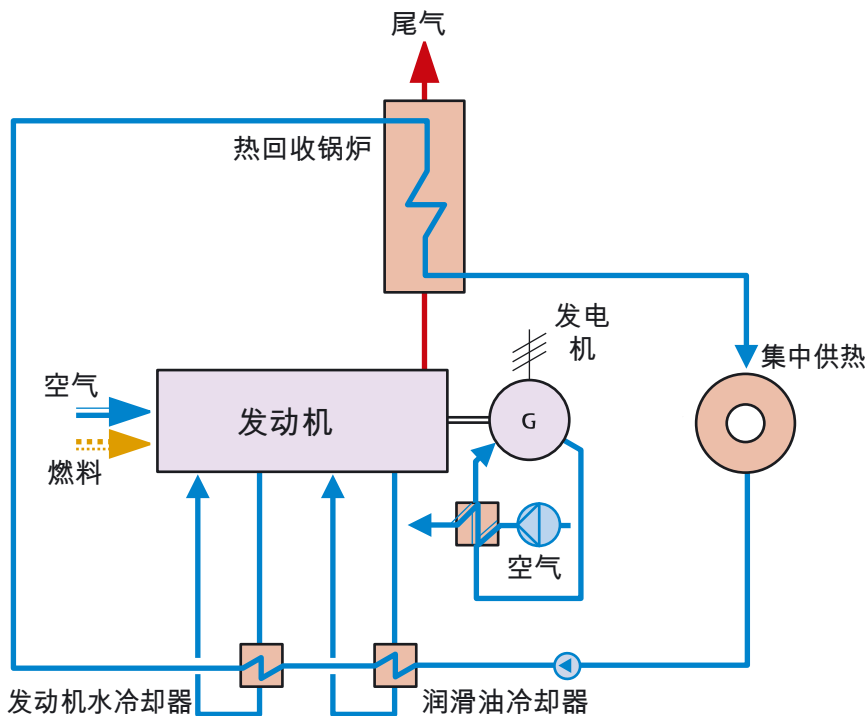
- 柴油循环发动机，使用柴油或（对于 800 到 1000 kW 的规格）重质燃料油。
- 奥托气体循环发动机，使用燃气（天然气、沼气等）。

两者的主要区别在于三个方面：点火（奥托循环发动机使用火花点火）、发电效率以及释放到尾气中的热量。

发电效率高，是柴油循环往复式发动机的一个重要特性。小型和大型发动机的效率分别可以达到 35% 和 41%。

热量可通过尾气、冷却水、润滑剂进行回收。而在增压发动机中，热量则处于增压空气中。

图 A1.4 ● 往复式内燃机



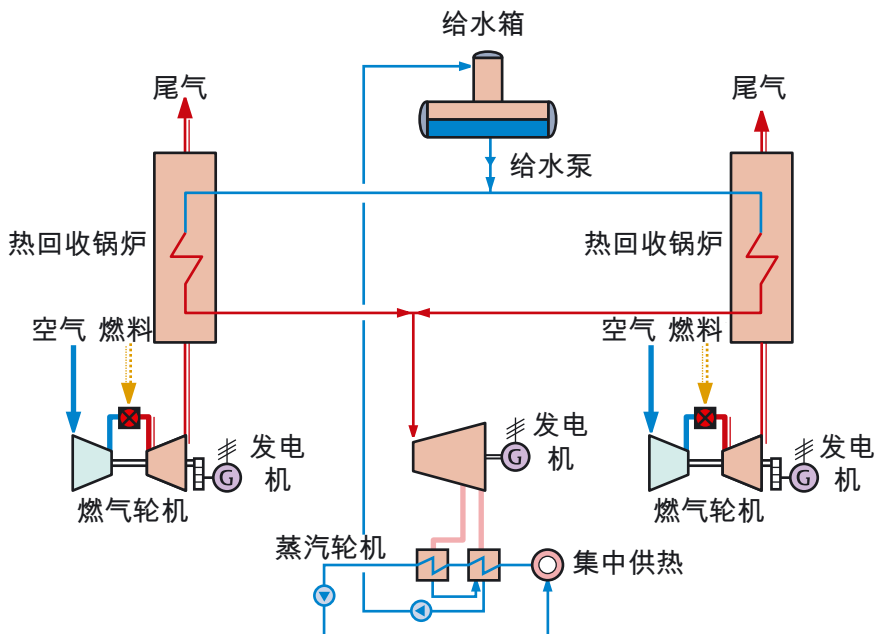
在内燃机系统中回收的热量存在一定的品质范围。大约 50% 的热量是从高温和高热值的发动机尾气中回收的。其他回收来源（如冷却水和润滑剂）的低温特性使得它们的热值也较低。中到大型的发电机可以提供热水、超热水甚至是低压蒸汽（6-7 bar）。而小型柴油发电机的平均热回收量则只能生产 90° C 左右的热热水。

内燃机可以和其他某些循环（如蒸汽轮机或燃气轮机）相结合，应用范围十分广泛。它们常用作医院、核电站等场所的备用容量，同时也可用于常规的电力生产。在内燃机中可以使用气体燃料和传统的液体燃料。

联产中的气/汽联合循环

目前，联合循环设施通常至少配备两种类型的系统，它们连接在一起，从而使后一个系统能够利用前一个系统残留的热量。在理论上，任何循环的联合都可能实现，但最常见的是在燃气轮机系统之后连接一个传统的蒸汽系统。

图 A1.5 ● 联产中的气/汽联合循环



因此，蒸汽系统的热能供应将来自于燃气轮机尾气中的热量。如上所述，通过在热尾气中注入附加的一次能源（燃料）——这种做法被称为“后燃烧”，可以提高尾气的热质。如果蒸汽发生完全凝结而不进行热量提取，则整个系统生产的电力不应视为热电联产电力。

但是，如果蒸汽系统具有热量提取能力，则当回收的热量被用于工艺或集中供热时，燃气轮机系统和蒸汽系统所生产的电力将属于热电联产电力。该类型的工厂在将初级能源转换为热能和电力时可以实现高水平的热效率，这是由于整个系统的实际温度变化接近 1000°C ，相比之下，即使是最现代化的蒸汽轮机和燃气轮机系统在作为单一发电设施工作时，其温度变化只能达到 550°C 到 600°C 。

电力部分的热效率接近 50%，在最新式的大型设备中，甚至可能超过这个水平。这种系统的优点是，废热得到了较充分的利用，而在其他系统中，这些热量只能被浪费掉。

近来，尤其是在某些工业部门以及中型和中小型的电力部门中，气/汽联合循环被普遍采用。更多高效、成熟的燃气轮机的推出，将会激发这项技术的进一步推广。

水电生产

通过让水流经专门设计的涡轮机（涡轮机又与发电机相连），可以将水流中的能量转换为电力。

发电用水可能取自专为涡轮机供水而修建的水库。这些工厂通常拥有大型的发电设备。小型水电站则利用河流的自然水流，因此被称为“河床式”发电站。

抽水蓄能

通过将低位河流或湖泊中的水抽送到专门的水库中，即可利用水库中的水流来发电。抽水蓄能电站在低需求期间（通常在夜晚）使用国家电网的电力将水抽送到水库中，以便在峰值电力需求期间发电的边际成本较高时释放。虽然以这种方式生产的电力量尚不及将水抽送到高位水库所消耗的电力量，但这一过程更具经济效益，因为抽水蓄能过程的成本与低效的热电站生产相同电力量所需的成本相比更为低廉。第 7 章的第 3 节中介绍了将抽水蓄能发电纳入能源平衡表的方法。

热泵

热泵是一种将冷源的热量传递到较热区域的设备，例如可以吸取室外的热量来温暖室内空间。它们通常依靠电力驱动，并可提供一种有效的供热方式。但它们的应用并不普遍，因此在国内能源供应中仅占一小部分。

热泵生产的热能来自从冷源中提取的热量，而用于驱动热泵的电力与此热能相当。当热泵从自然来源（如环境空气或地下水）吸取热量时，其热能产量由一次热能和二次热能两部分组成。

2 石油产品的制造

炼油

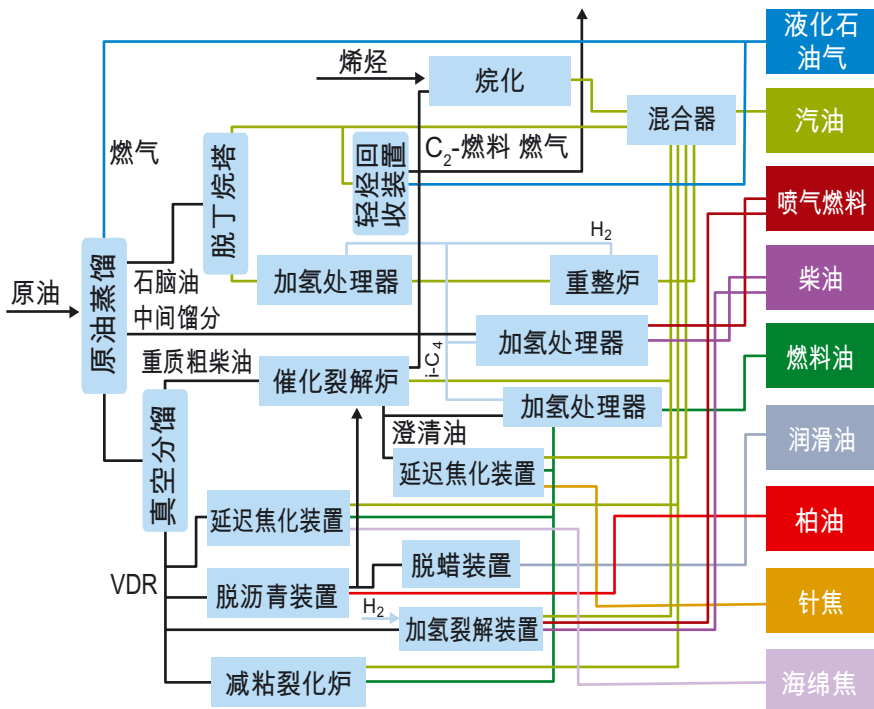
原油和天然气是由许多不同碳氢化合物及少量杂质组成的混合物。根据来源的不同，这些原料的组成可能存在显著的差异。炼油厂是一种综合工厂，其工艺组合和工艺流程通常在很大程度上取决于原料（原油）和

产品的特性。炼厂首先将原油分离成不同馏分，接着将馏分转换成可以使用的产品，最后通过混合将这些产品生产为成品。这些产品就是我们日常使用的燃料和化学品。在炼厂中，某些工艺的部分产出会被回送到同一工艺、送到新工艺、送回前期工艺或与其他产出混合从而形成成品。图 A1.6 显示了一个示例。然而，不同炼厂在配置、工艺整合、原料、原料灵活性、产品、产品组合、设备规格和设计以及控制系统方面千差万别。

此外，炼厂的战略、市场形势、位置和使用年限、历史发展、现有基础设施和环境法规方面的差别也是炼厂经营理念、设计和模式存在广泛差异的原因。不同炼厂的环保力度也可能各不相同。

大规模的燃料生产是当前炼厂的首要职能，它们通常决定了总的配置和经营。然而，一些炼厂也可能为化学和石油化学工业提供有价值的非燃料产品（如原料）。这方面的实例包括为蒸汽裂解厂提供的混合石脑油，以及为聚合应用和芳香烃生产提供的回收丙烯和丁烯。炼厂提供的其他专门产品还有沥青、润滑油、石蜡和焦炭。近年来，许多国家/地区的电力部门都实现了自由化，因此炼厂可以将生产的剩余电力送入公用电网。

图 A1.6 ● 典型炼厂的运作



将原油精炼为可用石油产品的过程可以分为两个阶段和若干辅助活动。第一阶段是对原油进行脱盐，随后将其分馏为各种组分或“馏分”。通过对轻质组分和石脑油进一步分馏，可以获得甲烷和乙烷（用作炼厂燃料）、液化石油气（丙烷和丁烷）、汽油调合组分以及石化原料。这种轻质产品分离是每个炼厂都需要采取的步骤。

第二阶段由三个不同类型的“下游”工序组成：馏分的组合、分解和重组。这些工艺将碳氢化合物分子分解成更小的分子、结合成更大的分子或将它们重组为高质量的分子，从而改变它们的分子结构。这些工艺旨在通过任何下游工序的组合，将部分馏分转换为可销售的石油产品。这些工序定义了各种炼厂的类型，其中最简单的是“加氢”炼厂。这种工厂仅对分馏设备的部分产物进行脱硫和催化重组。所得到的各种产品量几乎完全取决于原油的组分。如果产品组合不再符合市场要求，则必须添加转换设备来恢复供需平衡。

多年以来，市场一直要求炼厂将重质馏分转换为价值更高的轻质馏分。这些炼厂通过高度真空条件下的分馏将常压渣油分离成真空柴油和真空残余馏分，然后将某种产物或同时将两种产物送到相应的转换设备。因此，不论原油的类型如何，只要借助转换设备，就可以根据市场需求来调整产品组合。转换设备的数量众多，可能的组合也十分广泛。

最简单的转换设备是热裂解器，它可以用高温将渣油中的大碳氢分子转换为较小的分子。热裂解器几乎可以处理任何原料，但其轻质产品的产量相对较低。热裂解器的一种改进类型是焦化装置。在焦化装置中，所有渣油都被转换为馏分和焦炭产品。为了提高转换程度和改进产品质量，可以使用一些不同的催化裂解工艺，其中主要有流化床催化裂化和加氢裂化。近年来，炼厂开始采用渣油气化工艺，从而可以完全避免重质渣油，并可将原料转换为纯净的合成气，以供炼厂使用和通过联合循环工艺来生产氢、蒸汽和电力。

3 煤炭衍生燃料的制造

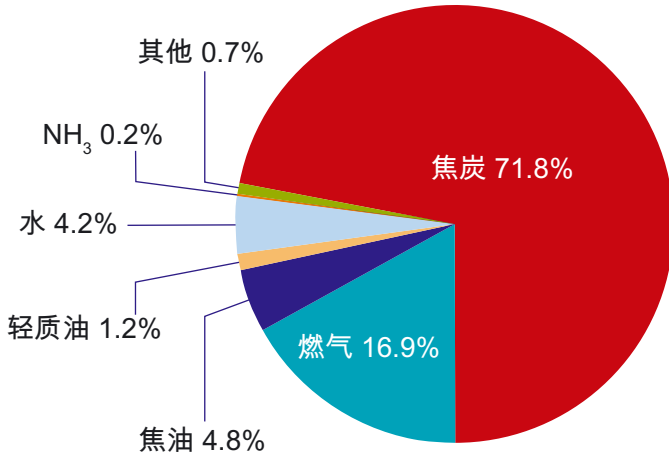
焦炭

高温焦炭

焦炭是通过煤的热解来生产的。煤的热解是指在无氧氛围下对煤进行加热，从而得到气体、液体和固体残留物（炭或焦炭）。煤的热解也被称为“碳化”。在碳化过程中会发生几种重要变化：温度介于 100° C 到 150° C 时，煤中的湿气将会逸出；在 400° C 到 500° C 之间，许多挥发性物质会以气态形式逸出；而 600° C 到 1300° C 之间，基本不

会再发生挥发成分损耗，因此重量损耗非常有限。由于被加热，煤会变得具有塑性，而溢出的气体会使它变得多孔。在凝固时，它将带有许多裂缝和孔隙。在此过程中，气体温度会达到 1150° C 到 1350° C，从而可在 14 到 24 小时内将煤间接加热到 1000° C 到 1200° C，借此可以得到供高炉和铸造用的焦炭。

图 A1.7 ● 焦炉的典型质量产出



只有某些具有特定塑性的煤（如沥青炼焦煤或半软煤）才能转换为焦炭。为了改善高炉的生产效率、延长炼焦炉的寿命以及实现其他目的，有时也可以混合数种煤炭。

焦炭是在由一系列焦炉室（最多可达 60 个）构成的炼焦炉中生产的。各个焦炉室之间以火墙隔开。火墙由若干带有喷嘴的加热管（用于供应燃料）和一个或多个进风箱（取决于焦炉壁的高度）组成。喷嘴和炉砖之间的平均温度通常设置在 1150° C 到 1350° C 之间，此温度代表了加热管的工作情况。燃料通常使用经过净化的焦炉气，但也可以使用添加了天然气的高炉煤气或直接使用天然气。

一旦装入煤炭，碳化过程将会立即开始。通过加热可以驱使挥发性气体和湿气溢出，这些物质在填充煤炭中约占 8% 到 11%。粗焦炉气 (COG) 通过管道排到集气系统中。由于焦炉气的热值相当高，因此在经过提纯后可以作为燃料使用（如用于加热炼焦炉）。通过加热/燃烧系统可以对煤进行加热，在中心温度达到 1000° C 到 1100° C 之前，煤一直处于焦炉之中。

为了便于在高炉中填充氧化铁矿石和熔剂（石灰石或石灰），高炉焦必须符合一定的尺寸和强度要求。它将为铁矿石的还原提供热量和碳。

铸造焦最常用于铁和其他金属的熔融和铸造。

在经过冷却和相关处理后，会对焦炭进行筛选，以获得符合其后续用途的规格。在该过程中筛除的焦炭碎屑被称为“焦炭屑”，它们通常用于钢铁企业中的烧结厂。所谓烧结，是一种对铁矿石/熔剂混合物进行加热从而将颗粒物质聚合成大块物质的工艺。

焦炉产品

从焦炉中可以得到焦炭和未经处理的焦炉气。焦炉气的“提纯”是指将其中的尘屑和其他有用产品分离出去。这些产品包括焦油、轻质油（主要包括苯、甲苯和二甲苯）、氨和硫。焦炉气是一种优质燃料，其中富含 40% 到 60% 的氢和 30% 到 40% 的甲烷（体积百分比）。

焦炉的实际产率取决于充填的煤炭和加热时间。但其典型数据如图 A1.7 所示，这些数据代表各种产物相对于煤炭输入量的质量百分比。

低温焦（半焦）

在大约 850° C 的温度之下对煤进行碳化所得到的聚合残留物被称为低温焦。其中通常残留有部分挥发性成分，并主要用作固体无烟燃料（请参阅下文的专用燃料和型煤）。

专用燃料和型煤

专用燃料

人造固体燃料通常按照两种单独的产品类型报告。一种是专用燃料。专用燃料名义上是一种无烟燃料，它来源于硬煤的粉末或残屑。这种粉末状的煤可在使用或不使用粘合剂的情况下被压制成型煤。有时，粘合剂可能是其他燃料（如石油），或聚合的可再生产品（如沥青）。除此之外，在型煤的成形过程中还可能涉及对型煤进行低温加热或碳化。有许多专用燃料同时也属于低温焦的范畴。

BKB 或褐煤与泥炭型煤

型煤也可以用褐煤或泥炭生产。这些型煤被称为“褐煤型煤”或 BKB（此称呼源自德国人 Braunkohlenbriketts 的名字），并且在生产时可以使用或不使用粘合剂。生产褐煤与泥炭型煤时，通常是在高压下依靠燃料中的残留湿气将颗粒物质熔合在一起。

专用燃料的净热值通常近似于生产它的燃料，但会略高一些。这有时是因为在需要时添加了结合剂，但在加工为型煤前去除了其中的杂质和湿

气却是最主要的原因。在报告这些燃料的生产投入时，必须将结合剂（如果它们属于能源产品）以及在压制和熔合过程中使用的热能和电力包含在内。

钢铁生产中的燃料生产和使用.....

某些国家/地区的钢铁活动仅限于钢材处理和精整，并未涉及焦炭生产或高炉作业。同时涉及焦炭生产、炼铁以及钢材处理和精整等业务的工厂称之为综合性钢铁厂。

在此前的章节中已经介绍了焦炭、焦炉气、焦油和油料的生产。焦炭在生产后会经过筛选，焦炭屑将用于烧结厂的作业，而焦炭将用于高炉。

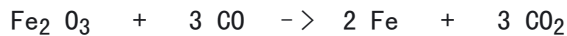
烧结厂

烧结厂负责准备铁矿粉以及从高炉及其自身流程中回收的废弃物，以便将它们填充到高炉中。烧结工序是不可或缺的，因为目前许多铁矿石的尺寸都小于可在高炉中直接使用的理想尺寸。通过添加焦炭屑并提供热量，焦炭屑将会燃烧，从而有助于将粉末状的烧结材料层熔合在一起。熔合后的烧结层随后被分为小块，并从中筛选出符合高炉填充要求的部分。在烧结厂中消耗的焦炭屑被认为用于燃烧用途，应作为钢铁工业的消耗量报告。

高炉

高炉用于铁的生产，而绝大部分铁又被用来炼钢。高炉的投入包括氧化铁矿石、熔剂（石灰石或石灰，用于帮助熔化的金属流过焦炭层并去除酸性）、焦炭（用于提供热量）和一个开放的基体结构（用于支撑铁矿石和熔剂，并使铁水到达炉底）。图 A1.8 提供了高炉的主要功能概图。

该过程实际上是一个利用从焦炭中获取的碳来还原铁矿石（氧化铁）的化学过程：

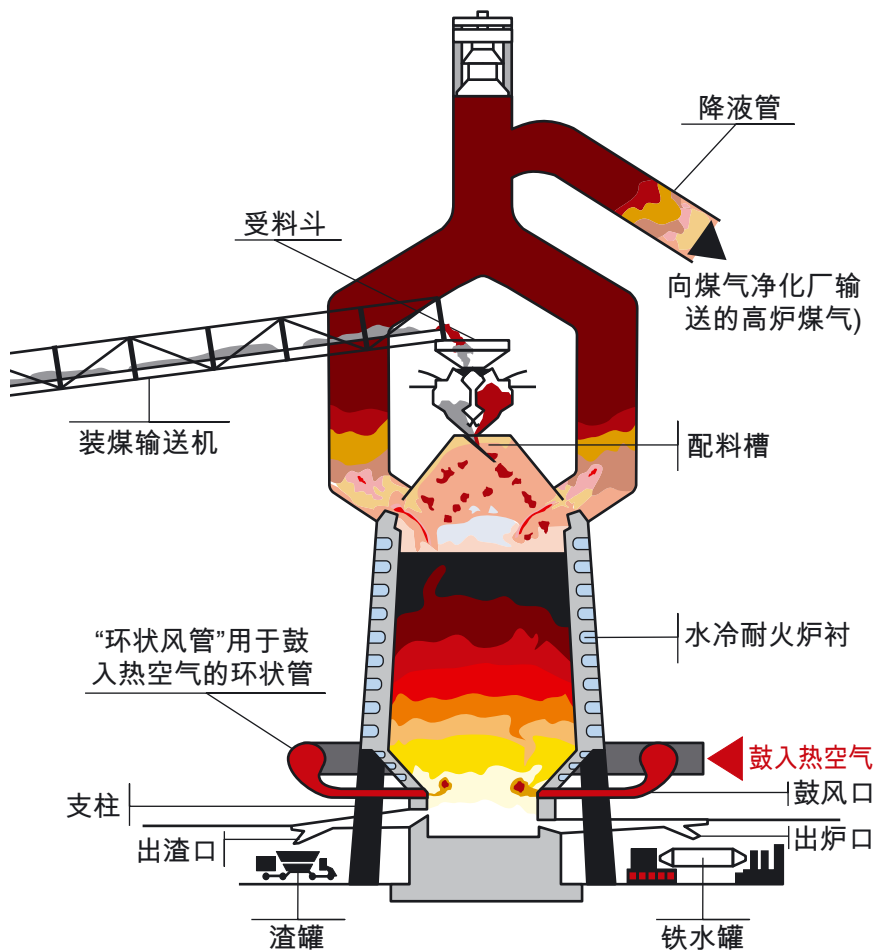


在该过程中，并非所有一氧化碳（CO）都被转换为二氧化碳（CO₂），多余的一氧化碳将经过高炉进入高炉煤气中。一氧化碳将使高炉煤气可用于加热用途。鼓入空气在进入高炉时的温度可能高达 900° C，这可以满足大部分热量要求。而高炉中的燃料以及注入到鼓入空气中的燃料（在注入燃料的情况下）发生的不完全燃烧，则可以满足其余的热量要求。在经过净化的高炉煤气中可以先添加焦炉气，然后再用来加热鼓入空气以及用于生产现场的其他用途。鼓入空气加热装置（考贝式热风炉）与高炉相互独立，因此在图 A1.8 中未予显示。

从而减少焦炭的需求量。在调查问卷中，大部分（但并非全部）注入材料都是作为燃料列出的。这些材料在与热的鼓入空气接触时发生部分氧化，而产生的一氧化碳以及来自焦炭的一氧化碳则被带入原料中以还原氧化铁。

高炉燃料消费的相关报告取决于钢铁厂提供的工艺统计信息。从上文以及有关焦炭生产的介绍中显而易见，综合性钢厂属于能源消费大户，它们是能源经济的重要组成部分。在工业的竞争天性下，大力降低成本势在必行，而能源消费则是其中的主要部分。因此，大多数企业都会详细记录其燃料和能源使用情况，并且所采用的方式也与本手册介绍的平衡表如出一辙。这表明，只要数据收集形式能适当地对应这些大工厂的内部运营报告，则它们至少能够对每个工艺的燃料使用情况作出报告。

图 A1.8 ● 高炉的主要功能部件



在理想的情况下，统计人员将可获得在高炉处使用的不同类型和数量的燃料数据以及所生产的高炉煤气的数据。然而，用于加热鼓入空气以及用作高炉原料的燃料量几乎不可能单独获得。如果无法获得这些信息，在报告时应假定所有在高炉处使用的高炉煤气和焦炉气都被用于加热鼓入空气，并且应将其视为能源部门的消费。所有焦炭、煤炭或油料均应被视为用于高炉中的加工转换。有时候也可能报告天然气用量。可用于任一用途的特点使得天然气的用途并不十分明确。如果报告了天然气，则统计人员应向数据提供者进行咨询。

如果能够具备所有数据，这不失为一种区分转换行业和能源部门燃料用量的简单实用的方法。

碱性氧化炉

碱性氧化炉和电弧炉是采用生铁和废钢炼钢的主要途径。碱性氧化(BOS)炉之所以引起能源统计人员的关注，主要是由于在碱性氧化过程中会得到在组成上类似于高炉煤气的气体。该气体通常会随高炉煤气一起进行数据收集并作为高炉煤气产量的一部分报告。

碱性氧化炉的原料是熔融生铁和一些废钢。鼓入熔融原料中的氧气会对铁中的碳(约 4%)进行氧化，从而将其含量降低到钢的要求水平(约 0.5%)。所生成的二氧化碳和一氧化碳将被煤气和集尘系统带走。这一氧化过程会使熔融原料的温度升高，从而有助于熔化所添加的废钢。因此，废钢可以使工艺温度保持稳定。

通过考察整个高炉和碱性氧化炉的碳流可以发现，在高炉的碳投入量中，几乎所有碳(≈99.5%)都转移到了高炉煤气(包括碱性氧化炉气)中。

4 天然气

液化天然气 (LNG)

天然气在常压下冷却到某个温度(约 -160°C)就会转变为液体，称为液化天然气。它此时的体积仅为常温下体积的 $1/600$ 左右。

将天然气液化可以减少天然气的长途运输成本，再加上近来液化、存储和后期 LNG 再气化成本降低，液化技术已使得对偏远天然气资源的利用变得更具经济性。

液化过程

在液化前必须对开采出的天然气进行干燥并且除去其中的酸性成分。冷却是通过一个或多个工艺实现的，天然气会在这些工艺中不断循环，达

到连续提取其中的液体组分的目的。在液化阶段会分离其中可供销售的重质气体（乙烷、丙烷等）和惰性气体。因此与未经液化的商用天然气相比，LNG 中的甲烷含量会更高（通常可达 95%）。

液化是一个需要耗费大量电力和热能的过程。这两种形式的能源通常都是液化厂用接收到的天然气在现场生产的。

LNG 链和运输

LNG 供应链主要由四个阶段组成，其中第一个阶段并不是 LNG 特有的阶段。

- 天然气生产。
- 液化和存储。
- 运输。
- 存储和再气化。

液化厂和目的国接收地点存储 LNG 的方法十分相似，都采用双层罐体的存储设计。内罐通常用镍钢制造，而外罐则用碳钢或预应力混凝土制成，罐体之间用绝热材料隔开。

通过水路运输 LNG 时，必须使用专用双体货船来装运绝缘罐。最常见的船只设计使用球形储罐，在甲板上可以清楚看到储罐的一部分。

这些船只可能使用燃气或油料作为其推进燃料。

在存储和运输过程中，LNG 保持常压。

在到达目的地后，便会从船只上将 LNG 排放到储罐中，以备使用。通过让液化天然气流过被加热的管道（直接用火烤或用热液体间接加热），可以将其再次气化。气化后的天然气被注入到天然气传输系统中供最终使用。LNG 可以用来满足部分基本负荷需要，或者在天然气网络供应紧张时，用来快速调节高峰需求。如果某个地区的天然气需求很高，但其地质结构不允许在地下存储天然气，则可以使用存储方法相对简单的液化天然气。

压缩天然气.....

作为一种用于公路运输车辆的清洁燃料，压缩天然气（CNG）的使用越来越普遍。要想使天然气能够供车辆使用，需要将其压缩到一个极高的压力（通常为 220 个大气压），然后存储到专门设计的容器中。这些容器的设计和检验非常严格，因为它们不仅要承受高压，而且还要防范事故损坏和火灾。与传统燃料相比，在小型公路车辆中安装 CNG 容器的成本及检验成本并没有经济性优势。但在公共交通运输车辆中使用 CNG 通常是比较经济的。

目前，已有通过水路运输 CNG 的方案。尽管存在高压存储带来的设计难题，但通过这种运输可以实现对某些“鸡肋型”气源（天然气数量非常小，以至于用液化方法显得不经济）的开采。

CNG 运输船的另一个优点是，一旦到达目的地，它基本上可以直接将天然气直接注入天然气网络中。与 LNG 不同，它不需要储罐。

天然气的存储

当供求发生急剧变化时，天然气储备对于满足需求有着至关重要的作用。在寒冷天气中对天然气的需求会骤然上升。为了满足这种高峰需求，从存储地点提供天然气要比修建生产和运输系统经济得多。作为一种商业调控工具，天然气储备越来越多地被用来遏制高峰需求期间供应价格高涨的情况。

根据天然气储备设施的特点，可以将其分为两类：季节性储备或旺季储备。季节性储备站 - 此类储备设施必须能够储备因需求萎缩而积累下来的大量天然气，以便在需求旺盛时释放出来。建设此类储备站也可能是出于战略性目的。旺季储备站 - 此类储备设施的储备量较小。它们在需求量猛增时必须可以快速向传输网络中补充天然气。

以气态形式存储天然气时需要大容量的封闭系统，此时最理想的选择是将它们存储在具有适宜特性的地下地质结构中。显而易见，这种地下储库必须容纳和保持它所存储的天然气，同时还必须能按希望的速度释放它们，以便投入使用。目前使用的地下存储方式主要有三种。

废油田和废气田

这些都是不错的存储选择，因为它们天生具有容纳天然气的能力，并且有现成的天然气注入和提取系统。它们通常还是成本最低的方案，但不能始终保持以高吞吐率提供天然气。

蓄水层

这些蓄水层可作为存储库使用，但前提是它们必须具有适宜的地质特征。在多孔的沉积层上方必须覆盖有不渗透的冠岩。

盐洞

盐层中的空穴可能是天然存在的，也可能是通过注水并排出盐水而形成的。它们的存储量通常不如废油田和废气田以及蓄水层，但它们具有非常好的提取速度，因此极其适合满足高峰时期的需求。

盐洞中存储的天然气分为两部分：“可复原气”和“垫层气”。

垫层气（或底气）是指为了保持压力和正常运转而必须存在的天然气。在盐洞使用寿命期间，不能提取垫层气。它就好比是输送管线中的石油或天然气。

可复原气（或工作气）则是指除垫气之外所存储的天然气。

热值

天然气的热值随其成分（即其组成气的含量）变化而变化。天然气的成分取决于生产天然气的油田或气田以及销售之前的处理。天然气的一些组成气体可能是没有热值的“惰性”气体（如二氧化碳或氮气）。一般来说，液化天然气的甲烷含量会比气态天然气高，因为某些重质燃料或惰性气体已在液化之前被分离出去了。

当用“兆焦耳 (MJ)/立方米”表示热值时，天然气的热值会随天然气中甲烷含量的增加而降低；但用“MJ/千克”表示时，热值将增加。

只有通过直接测量或基于气体分析进行计算才能确定天然气的热值。在国家/地区统计信息中一般应使用进口、出口或进入国家/地区传输网络时在商业合同中提供的热值。在天然气调查问卷中已经介绍了如何计算多个具有不同热值的进口流的平均值。

天然气的热值通常以在国家/地区燃气工业标准中规定或销售合同中指定的特定温度和压力条件下测得的热值“MJ/立方米”来表示。了解测定热值时所处的温度和压力条件十分重要，这一点在天然气调查问卷中已经进行了介绍。在商业燃气贸易中很少看到用“MJ/kg”或“千兆焦耳 (GJ)/吨”表示气态天然气的热值。不过，纯甲烷在 25° C 时的热值为 55.52 GJ/吨，可以作为参考。天然气的实际热值应当低于此值。

相反，LNG 的热值可以用每立方米液化气的 MJ 值或者用“GJ/吨”来表示。1 立方米 LNG 和 1 立方米经过再气化的 LNG 的比例取决于 LNG 的成分，一般约为 1:600。LNG 的密度介于 0.44 和 0.47 吨/立方米之间，它也取决于 LNG 的成分。对于再气化的 LNG，其热值范围为 37.6 MJ/m³ 到 41.9 MJ/m³。

附录 2

燃料特征



1 固体化石燃料和衍生气体

煤炭.....

煤炭的类型有多种。通过各自的物理和化学特征可以区分这些煤炭。这些特征还决定了它们所适合的不同领域。

煤炭的主要构成元素是碳（请参阅表 A2.1）。当被加热到分解温度时，煤炭还会产生挥发性物质。此外，煤炭还包含水分和最终形成灰烬的矿物质。煤炭物质中有碳、氢、氮、硫和氧。对于不同的煤炭，这些元素的组合以及挥发性物质、灰分和水分含量也会存在相当大的差异。煤炭中固定碳的含量和伴生的挥发性物质决定了煤炭的能源价值和成焦性，使它成为了全球市场中一种价值很高的矿产。固定碳的含量通常会影响煤炭的能量含量。固定碳含量越高，煤炭的能量含量也越高。

表 A2.1 ● 煤炭的大致组成

非碳物质	碳物质
水分	固定碳
灰分	

- 挥发性物质是风干的煤炭样品中会在标准加热试验期间以气体形式逸出的部分。挥发性物质对热力煤来说是一种有用成分，但对于焦煤来说，则可能具有不利影响。
- 灰分是煤炭中的所有有机碳物质完全燃烧以及煤炭中的矿物质发生分解后的残留物。灰分含量越高，煤炭的质量越低。高灰分意味着较低的热值（每吨煤炭的能量含量）和更高的运输成本。大多数出口煤炭首先都会通过清洗（选矿）来降低灰分，确保稳定的质量。

- 水分含量指煤炭的含水量。运输成本直接会随水分含量的上升而增加。过高的水分可以通过制备厂选矿来去除，但这也增加处理成本。
- 硫成分增加了最终用户的使用和维护成本。在钢厂和发电厂中，大量的硫会造成腐蚀和二氧化硫排放物。如果是低硫煤，则无需为了符合排放法规而安装脱硫设备。相对于北半球的煤炭来说，南半球的煤炭通常含硫量较低。

在下述的分级体系中，煤炭等级越高，水分和挥发性物质的含量水平越低。高等级煤炭在固定碳和能量含量方面也往往更高。

煤炭的其他属性，如可研磨性、镜质体反射率和坩埚膨胀序数，也对煤炭的品质评估具有重要价值。通常来说，煤炭等级越高，其成焦性也越好。由于焦煤不如热力煤供应充足，因此它们的价格也更高。

煤炭分类

由于煤炭资源分布广，贸易量大，因此许多国家/地区都制订了煤炭分类体系。事实证明，各国的分类体系有助于对各自境内的煤炭资源进行分类以及对具有类似地质年代和等级的进口煤炭进行比较。煤炭等级表明了煤炭在形成期间经历的煤化量或转化量。煤炭在形成过程中会经历一系列连续的变化阶段：从褐煤到次烟煤再到烟煤，最后是无烟煤。煤炭在形成过程中会经历所有这些等级，随着温度和压力的增加，其中的含水量逐渐降低，而含碳量逐渐上升。次烟煤、烟煤和无烟煤统称为“黑煤”。

低等级煤炭（如褐煤和次烟煤）通常较软，易碎，并且外观黯淡如泥土；它们的主要特点是，水分高，含碳量低，因此能量含量也较低。

高等级煤炭一般较硬、强度较高，并且通常具有黑色的玻璃光泽（亮煤）。煤炭等级越高，其含碳量和能量含量越高，而水分含量越低。无烟煤是等级最高的煤，相应地，其含碳量和能量含量较高，而水分含量最低。

当前仍亟待解决的难题是，制订一个统一的、简单的煤炭分类标准，使之能明确适用于全球所有煤炭，并且能为国际煤炭行业所认可。国际标准化组织（ISO）目前正在尝试制订一个简单的 ISO 分类体系。该体系将基于足够多的重要指标为全球各种等级的煤炭资源分类提供一个可靠的基础。

表 A2.2（与表 5.1 相同）在固体燃料和人造煤气的范畴内提供了原煤产品和衍生燃料的分类。所有产品都在术语表中进行了定义。

表 A2.2 ● 固体原煤产品和衍生煤产品

原煤产品	焦煤	固体化石燃料
	其他烟煤和无烟煤	
	次烟煤	
	褐煤	
	泥炭	
衍生燃料	专用燃料	
	焦炉焦	
	气焦	
	型煤	
	焦炉气	
	焦炉气	
	高炉煤气	
	氧化炉煤气（炼钢转炉煤气）	

2 原油和产品

原油

原油的化学成分主要是由氢和碳的化合物（被称为“碳氢化合物”）构成的。

原油包含多种多样的碳氢化合物（取决于发现地），因此原油的种类同样十分丰富。原油包含一系列从轻质到重质的碳氢化合物，这些特性可能决定各种原油的价格。

重质碳氢化合物含量高而轻质碳氢化合物含量低的原油被认为是“重质原油”，与此情况相反的被称为“轻质油”。比如，产自墨西哥 Maya 的石油是重质原油，而尼日利亚 Bonny Light 出产的石油则被认为是轻质油。由于原油的组成取决于其发现地，因此通常会根据原油的产地来为其命名。而且，人们经常将产自同一储层、油田或地区的原油称为“原油流”。

刚从地下开采出来的原油除了碳氢化合物外，还可能包含盐类（其中某些可能具有腐蚀性）和硫。通过脱盐工艺可以除去盐类。考虑到原油的加工以及品质，硫可能也是不受欢迎的成分，因此也可能需要除去。原油中硫的浓度可能低于 0.05%，也可能高于 5% - 一般来说，原油的密度越大，其中的含硫量也越高。含硫量低的原油通常被称为“低硫原油”，而含硫量高的原油被称为“高硫原油”。通过脱硫可以除去硫。

对原油进行评估时，需要分析其多方面的属性：

- 相对密度（请参阅第 4 章的第 3 节）。这个属性可以表明原油中轻质成分和重质成分的比例。
- 粘度，或者说石油的流动阻力。
- 倾点，即一种液体保持可倾倒性（保持流体行为）的最低温度（用 °F 或 °C 表示）。
- 含水量。
- 含硫量（请参阅上文）。
- 石蜡和沥青质含量（蜡的质量百分比）。
- 是否存在污染物和重金属。

石油定价在很大程度上取决于上述属性，因为它们将会影响石油的加工和产出。因此，不仅是原油的产量，原油的精炼工艺的复杂程度也会影响原油的价格。

天然气凝析液 (NGL).....

天然气凝析液是液态碳氢化合物的混合物。它们在储层温度和压力下呈气态，但可以通过冷凝和吸收方式开采。

天然气凝析液可以按照它们的蒸气压分类；蒸气压是从液体溢出的蒸气所产生的压力 - 它用定量方式表明了液体分子进入气相的能力。蒸气压较低的天然气凝析液是一种冷凝物：在中间压力下，它是天然汽油，在较高蒸气压下，它是液化石油气。因此，液化石油气 (LPG) 在环境温度和压力下呈气态，并由丙烷和丁烷组成。天然汽油含有戊烷以上的烃和较重的碳氢化合物。它在环境温度和压力下呈液态。

天然气凝析液含有丙烷、丁烷、戊烷、己烷和庚烷，但不含有甲烷和乙烷，因为这些碳氢化合物需要冷冻才能液化。天然气凝析液通常简称为 NGL。

其他炼厂原料输入.....

除了原油和液态天然气外，还有其他一系列输入可用于生产石油产品。在这些输入之中包括炼厂原料 - 经过精炼的半成品石油、合成原油

（比如用沥青砂或通过煤炭液化生产的原油）以及其他调合组分（主要用于同汽油混合以改善燃料性质）。

这些其他的炼厂输入来源各不相同，因此它们的性质也可能是千差万别。

石油产品.....

炼厂最重要的职能是，用尽可能经济的方式生产市场所要求的石油产品。因此，石油产品是原油的二次形式。

原油的第一个精炼流程就是分馏，将原油分离成若干馏分。分馏设备将原油加热，然后收集不同温度下的产物。在低温下可以得到轻质产品、LPG、石脑油和汽油，而在中温下可以得到喷气燃料、煤油和粗柴油/柴油。因此，后一组产品也被称为“中间馏分”。重馏分（如燃料油）需要在非常高的温度下获得。

表 A2.3 ● 一次和二次石油产品

一次石油产品	原油	
	天然气凝析液	
	其他碳氢化合物	
二次产品 炼厂原料输入	添加剂/混合成分	
	炼厂原料	
二次石油产品	炼厂干气	用于交通运输的柴油
	乙烷	用于加热和其他用途的粗柴油
	液化石油气	民用燃料：低硫
	石脑油	民用燃料：高硫
	航空汽油	石油溶剂 + SBP
	汽油型喷气燃料	润滑剂
	无铅汽油	沥青
	含铅汽油	石蜡
	煤油型喷气燃料	石油焦
	其他煤油	其他产品

分馏设备的各个馏分通常需要进一步精炼。原因有二：一，这些产物的属性不符合要求；二，通过进一步的精炼可以提高产出物的经济价值。随着高价值轻质产品的市场需求越来越大，一些精炼工艺将目光放在提高轻质产品产量上，如催化裂化等转化工艺。

以下是一些主要的石油产品类别及其用途：

- 液化石油气（LPG）既可用于能源用途，也可以用于非能源用途。用作能源燃料时，它们通常用于以下用途：家庭或住宅供暖和烹饪、农业生产以及在公路交通运输部门中用于内燃机设备，最后一项的用途正在逐渐增长。用于非能源用途时，它们是石化工艺（如蒸汽裂化）的原料。
- 车用汽油主要用作汽车和轻型卡车的燃料。过去几十年来，随着汽车需求的攀升，对车用汽油的需求也增长得非常快。但强大的环保呼声使得汽油成分改进势在必行。例如，过去用来提高汽油辛烷值的铅现在已在许多国家/地区被严禁使用，取而代之的是其他可以改善燃料燃烧性能的添加剂和含氧化合物。其中包括丁烷、芳香烃、乙醇和醚类。此外，为了进一步减小污染，目前正在研究可以同车用汽油混用或取代车用汽油的生物燃料（如用生物质生产的甲醇或用农作物生产的乙醇）。
- 粗柴油/柴油包括交通运输柴油、供暖用油和其他柴油。交通运输柴油用于为公共汽车、卡车、火车、汽车和其他工业机器的柴油发动机提供动力。供暖用油用于家庭/住宅、商业建筑以及工业锅炉的供热。柴油也可用来发电，但远不如燃料油普及。柴油和供暖用油的主要区别在于燃料的含硫量 - 出于环保目的，交通运输柴油的含硫量要比供暖用油低得多。
- 发电企业用燃料油来发电和制热，工业用户用它提供工艺热能，商业建筑则用它供热。近 30 年来，随着人们对环境日益关注，而摆脱对石油的依赖性业已成为大势所趋，电力生产方面的燃料油需求下降得非常快。燃料油还是国际海运船舶的重要燃料。

非能源石油产品

石油产品并不仅用于燃料（能源）用途，有许多产品还可以用作不同部门的原料。以下是一些用于非燃料用途的石油产品的示例：

- LPG 和车用汽油，用于石化行业。
- 石油溶剂，用作油漆和清漆溶剂。
- 润滑剂，用于发动机和机器设备。
- 沥青，用于道路建设。

- 石蜡，用于生产蜡烛、抛光剂、火柴。
- 石油焦，用于制造电极以及生产碳素制品、石墨产品和化学产品。

表 A2.3（与表 4.1 相同）提供了一个石油产品综合列表，分成一次和二次产品两大类。所有这些产品都在术语表中进行了定义。

3 天然气

天然气主要由甲烷（ CH_4 ）这种最简单的烃链构成。它无色、无气味、无味道，而且比空气轻。只要温度高于 -107.2°C ，它就始终呈气态。其比重为 0.6，低于空气。天然气的品质和组成存在很大差别，这要取决于开采时所处的储层、气田或地层。天然气中包含一些其他成分，如 CO_2 、氦、硫化氢、氮、水蒸汽和其他可能具有腐蚀性或毒性的污染物。

天然气在商用之前需要通过相应的工艺除去其中不需要的成分。但这种工艺可能无法去除所有杂质，因为这些杂质在天然气中的含量有时会非常小。

天然气的价值由其能量含量决定，而后者在很大程度上取决于天然气的纯度和单位体积的碳原子数。比如，从阿尔及利亚最大的气田 Hassi-R' Me1 开采的天然气具有较高的热值（约 42000 kJ/m^3 ），而从荷兰的 Groningen 气田开采的天然气则具有较低热值（约 35000 kJ/m^3 ）。

在常压下冷却到 -160°C 以下时，天然气将凝固为液体，即液化天然气（LNG）。与天然气相比，LNG 的主要优点是它的体积仅为天然气的六百分之一。此外，在相同体积下，LNG 的重量仅为水的 45%。LNG 在体积和重量方面的优点使其适于存储以及从生产地运输到消费地。

纯甲烷的燃烧性能很高，它不仅易燃，而且几乎能完全燃烧，仅有少量空气污染物排出，因此，天然气被认为是一种洁净燃料。此外，它不含硫，因此不会产生二氧化硫（ SO_2 ）。其氮氧化物（ NO_x ）和 CO_2 排放量也比其他化石燃料低。

4 生物燃料

薪材

薪材通常指被切成段的“圆木”，一般会劈开后再使用。下文单独介绍了其他形式的薪材，其中包括木片、锯屑和木屑团。

在没有灰分和水分时测量，所有木材都大概含有 50% 的碳、44% 的氧和 6% 的氢。木材中通常含有 1% 左右的灰分，这在不同树种之间的变化不大。由于木材内在的供热价值是由其含碳量和含氢量决定的，因此 1 千克任何类型的无水分木材可以提供的热量大致相同。

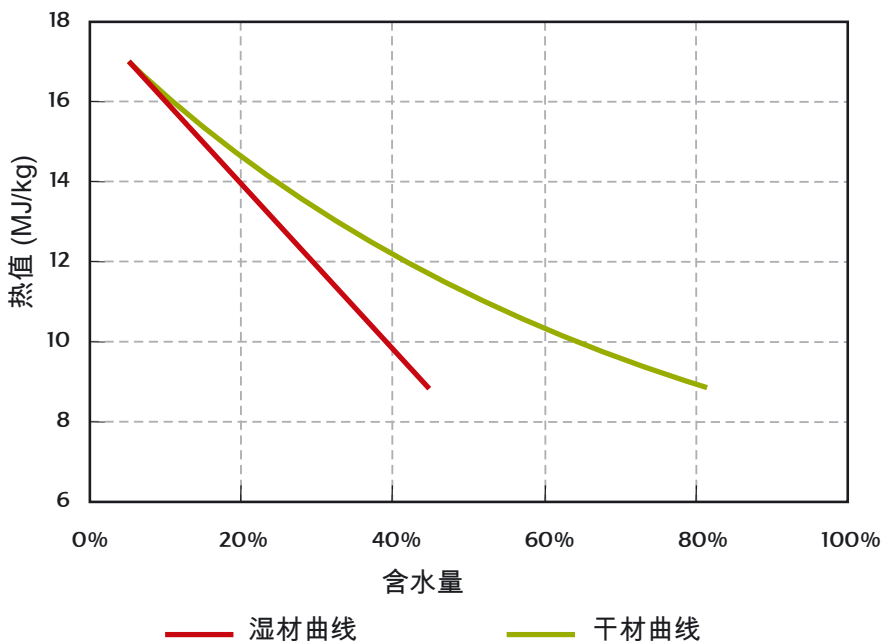
木材的热值通常有 3 种表示方式：

- a) 按千克木材。
- b) 按（密实）立方米。
- c) 按（堆垛）立方米（stere）。

a) 是一种更为基本的表示法，而 b) 和 c) 分别通过木材密度和堆垛密度同 a) 相关。

木材中的水分对木材热值有两方面的影响。当木材质量不变时，水分越多就意味着可供使用的木纤维量减少，从而令热值降低。此外，水分还会吸收并带走燃烧时的热量，从而使用于有益用途的热量减少。因此，水分含量会对热值造成较大影响。对于刚砍伐的绿色木材，其热值约为 8.2 MJ/kg，而风干的木材（10% 到 20% 的水分含量）约为 16 MJ/kg。对于完全烘干的木材，其热值约为 18 MJ/kg。

图 A2.1 ● 薪材的热值



水分含量有 2 种表示方法（二者通常都采用百分比形式）：

- 水分含量（干材）= 湿重减干重，然后除以干重。
- 水分含量（湿材）= 湿重减干重，然后除以湿重。

图 A2.1 给出了干材和湿材在一系列水分含量下的热值。

当水分含量超过 15% 时，干材和湿材之间的差别变得显著。因此，在选择木材的热值时，必须要知道水分含量以及该数据是基于干材还是基于湿材。

当按密实立方米或 stere（捆扎立方米）计算热值时，必须知道木材密度和水分含量。

其他形式的薪材和木材废料

木片和木屑团燃料在大型锅炉系统中的使用日渐普遍，这主要是因为它们能提供更为一致并且更容易控制的燃烧条件。在制备用于气化燃料的气化和配送的木材时，还可以使用凿木机。团状燃料是用锯屑并添加木素结合剂生产的。团状燃料在生产时的水分含量较低（ $\approx 10\%$ ）。木片和木屑团的水分含量和热值通常由供应商指定。

在许多工业和商业场合都可以得到木材废料，这些废料一般就地使用，很少有进行买卖的。报告企业也许可以给出或估计其木材废料的用量，或者给出它从中获得的热量。关于木材废料的一种特殊情况是黑液的生产和使用。

农作物残留物也是一个重要的燃料来源，它们可以用于专门的设备，如用秸秆作为燃料的锅炉。

液态生物燃料

术语表中对液态生物燃料进行了详细说明。

气态生物燃料

术语表中对气态生物燃料进行了详细说明。

附录 3

单位制与换算当量



1 简介

用于表示燃料量和能量量的最常用单位是体积、质量和能量单位。实际所用的单位随国家和地方的不同而存在差异。这些单位反映了一个国家/地区的历史沿革，但它们有时也会为了适应燃料供应状况的变化而改变。

本附录将首先介绍现用的单位以及它们的相互关系，之后提供了常用燃料的卡路里值参考范围。

2 单位及其相互关系

得到国际上普遍认可并且几乎涵盖了所有燃料量和能量量度量的单位是立方米、吨（公吨）和焦耳。它们源于国际单位制（SI）的米、千克和秒，目前已经成为国际科学、技术和商业活动的基础。它们属于 SI 单位。但多年来常用的还有其他单位。下述小节将在相应位置介绍它们的相互关系。

3 十进制词头

下表给出了能源统计中最常见的倍数和分数词头。注意，这些词头应严格按照给定的形式使用。尤其是，小写的词头切勿大写。例如，用千瓦表示数据时，其单位应写成 kW，而不是 KW。

表 A3.1 ● 最常用的倍数和分数词头

倍数		分数	
10^1	deca (da)	10^{-1}	deci (d)
10^2	hecto (h)	10^{-2}	centi (c)
10^3	kilo (k)	10^{-3}	milli (m)
10^6	mega (M)	10^{-6}	micro (μ)
10^9	giga (G)	10^{-9}	nano (n)
10^{12}	tera (T)	10^{-12}	pico (p)
10^{15}	peta (P)	10^{-15}	femto (f)
10^{18}	exa (E)	10^{-18}	atto (a)

4 换算当量

请注意，在 IEA 网站 (www.iea.org) 上提供了一个用户友好的自动单位转换器，可用于体积、质量和能量单位的转换。在该网站上，请依次单击 **Statistics** (统计) 和 **Unit Converter** (单位转换器)，然后按照说明继续操作。

体积单位

长度单位 (米、厘米等) 构成了体积单位的基石。

加仑和升是最初的液体度量标准，但现在正式定义的单位是立方米。

stere 和 cord (考得) 专用于薪材的度量，它们分别表示 1 立方米和 128 立方英尺的堆垛薪材。但以这两种单位表示实木时，并不能很好地反映实际的体积量，因为堆垛密度和所用木材的形状可能存在较大差异。

表 A3.2 ● 体积单位之间的换算当量

目标单位:	gal U. S.	gal U. K.	bb1	ft ³	l	m ³
源单位:	乘以:					
美制加仑 (gal U. S.)	1	0.832	0.023	0.133	3.785	0.003
英制加仑 (gal U. K.)	1.201	1	0.028	0.160	4.546	0.004
桶 (bb1)	42	34.97	1	5.615	159	0.159
立方英尺 (ft ³)	7.48	6.229	0.178	1	28.3	0.028
升 (l)	0.264	0.22	0.006	0.035	1	0.001
立方米 (m ³)	264.2	220	6.289	35.314	1000	1

质量单位

SI 质量单位为千克 (kg)。1 吨 (公吨) 等于 1000 千克，吨是能源统计中普遍使用的最小单位。大部分国家/地区的产品平衡表采用千吨 (1000 吨) 来表示那些需要用质量单位表示的产品。

表 A3.3 ● 质量单位之间的换算当量

目标单位:	kg	t	lt	st	lb
源单位:	乘以:				
千克 (kg)	1	0.001	9.84×10^{-4}	1.102×10^{-3}	2.204
吨 (t)	1000	1	0.984	1.102	2204.6
长吨 (lt)	1016	1.016	1	1.12	2240
短吨 (st)	907.2	0.907	0.893	1	2000
磅 (lb)	0.454	4.54×10^{-4}	4.46×10^{-4}	5.0×10^{-4}	1

能量单位

SI 能量单位为焦耳 (J)。在能源量的实际表示中还会使用许多其他单位，这一方面是由于历史原因，另一方面则是因为焦耳单位太小，往往需要使用不为人们熟悉（对非科学工作者而言）的十进制词头。因此，在表示国家/地区燃料供应时，国际组织通常使用与相关产品有关的适当尺度的能量单位。历史上曾使用过“吨煤当量”，但随着石油地位的增强，它已在很大程度上被“吨油当量”(toe)取代。1 吨油当量等于 41.868 千兆焦耳。这一单位在许多国家/地区平衡表中广泛使用，但根据国际标准组织 (ISO) 的推荐，“太拉焦耳”的使用也日趋普遍。

当前关于卡的定义尚不统一。此处提供的卡和焦耳之间的换算当量是国际蒸汽表 (IT) 中的值，即 1 卡等于 4.1868 焦耳。与此类似，国际上认可的英国热量单位 (Btu) 现在定义为 1055.06 焦耳。Btu 是构成 quad (夸得，等于 10¹⁵ Btu) 和 therm (撒姆，等于 10⁵ Btu) 的基础。

表 A3.4 ● 能量单位之间的换算当量

目标单位	TJ	Gcal	Mtoe	MBtu	GWh
源单位:	乘以:				
太拉焦耳 (TJ)	1	238.8	2.388×10^{-5}	947.8	0.2778
千兆卡 (Gcal)	4.1868×10^{-3}	1	10^{-7}	3.968	1.163×10^{-3}
Mtoe*	4.1868×10^4	10 ⁷	1	3.968×10^7	11630
兆英国热量单位	1.0551×10^{-3}	0.252	2.52×10^{-8}	1	2.931×10^{-4}
千兆瓦时	3.6	860	8.6×10^{-5}	3412	1

* 百万吨油当量。

5 典型热值

煤炭

表 A3.5 ● 各种硬煤的热值范围

硬煤	GCV (使用时) MJ/kg	NCV (使用时) MJ/kg	含碳量 (使用时) kg/t	含水量 (使用时) %	含碳量 (dmmf)* kg/t
无烟煤	29.65 - 30.35	28.95 - 29.30	778 - 782	10 - 12	920 - 980
焦煤	27.80 - 30.80	26.60 - 29.80	674 - 771	7 - 9	845 - 920
其他烟煤	23.85 - 26.75	22.60 - 25.50	590 - 657	13 - 18	810 - 845

焦炭

表 A3.6 ● 各种焦炭的热值

焦炭类型	GCV (使用时) MJ/kg	NCV (使用时) MJ/kg	含碳量 (使用时) kg/t	含水量 (使用时) %	含碳量 (dmmf)* kg/t
冶金焦炭	27.90	27.45	820	8 - 12	965 - 970
气焦	28.35	27.91	853	1 - 2	856
低温焦	26.30	25.40	710	15	900
石油焦 (绿色)	30.5 - 35.8	30.0 - 35.3	875	1 - 2	890

* dmmf: 干燥, 不含矿物质。

煤衍生气体

表 A3.7 ● 煤衍生气体的典型热值

气体类型	GCV (使用时) MJ/m ³	NCV (使用时) MJ/m ³	NCV (使用时) MJ/kg	含碳量 (使用时) kg/t
焦炉气	19.01	16.90	37.54	464
高炉煤气	2.89	2.89	2.24	179

石油产品

表 A3.8 ● 部分石油产品的典型热值

产品	密度 kg/m ³	每吨升数	总热值 (GJ/t)	净热值 (GJ/t) ⁽¹⁾
乙烷	366.3	2730	51.9	47.51
丙烷	507.6	1970	50.32	46.33
丁烷	572.7	1746	49.51	45.72
LPG ⁽²⁾	522.2	1915	50.08	46.15
石脑油	690.6	1448	47.73	45.34
航空汽油	716.8	1395	47.4	45.03
车用汽油 ⁽³⁾	740.7	1350	47.1	44.75
航空涡轮燃料	802.6	1246	46.23	43.92
其他煤油	802.6	1246	46.23	43.92
粗柴油/柴油	843.9	1185	45.66	43.38
低硫燃料油	925.1	1081	44.4	42.18
高硫燃料油	963.4	1038	43.76	41.57

(1) 对于石脑油和更重的油料，其净热值是总热值的 95%。

(2) 假定是由 70% 丙烷和 30% 丁烷按质量百分比组成的混合物。

(3) RON (辛烷值) 介于 91 到 95 之间的车用汽油的平均值。

天然气

甲烷的总热值为 55.52 MJ/kg (37.652 MJ/m³)，净热值为 50.03 MJ/kg (33.939 MJ/m³)。但在供应的天然气中，除甲烷外还包括其他气体（通常是乙烷和丙烷）。由于较重的气体会使单位立方米的热值增加，因此天然气总热值的变化范围可能更广，介于 37.5 和 40.5 MJ/m³ 之间。

表 A3.9 ● 从质量或体积到热量的换算系数（总热值）

	LNG**		天然气							
			挪威		荷兰		俄罗斯		阿尔及利亚	
目标单位:	MJ	Btu	MJ	Btu	MJ	Btu	MJ	Btu	MJ	Btu
源单位:	乘以:									
立方米*	40	37660	40	37913	33.32	31581	38.23	36235	39.19	37145
千克	54.25	51417	52.22	49495	42.07	39875	55.25	52363	52.46	49726

* 15°C 时。

** 呈气态时

表 A3.10 ● 标准立方米 (Scm) 与正常立方米 (Ncm) 之间的换算当量

目标单位:	标准立方米	正常立方米
源单位:	乘以:	
标准立方米*	1	0.948
正常立方米**	1.055	1

* 15°C 和 760mm Hg 下的 1 Scm。

** 0°C 和 760mm Hg 下的 1 Ncm。

表 A3.11 ● LNG 单位和天然气单位之间的换算当量

目标单位:	公吨 LNG	立方米 LNG	标准立方米*
源单位:	乘以:		
公吨 LNG	1	2.22	1360
立方米 (cm) LNG	0.45	1	615
标准立方米*	7.35×10^{-4}	1.626×10^{-3}	1

* 1 Scm = 40 MJ

表 A3.12 ● 天然气的总热值与净热值

$$1 \text{ NCV}^* = 0.9 \text{ GCV}^{**}$$

* NCV = 净热值

** GCV = 总热值



1 燃料定义

添加剂/含氧化合物：添加剂是为调整燃料属性（辛烷值、十六烷值、抗冻属性等）而添加或混合到产品中的非碳氢化合物，包括：

- 含氧化合物，如甲醇，乙醇等醇类，以及醚类，如 MTBE（甲基叔丁基醚）、ETBE（乙基叔丁基醚）、TAME（甲基叔戊基醚）。
- 酯类（如菜籽油或二甲酯等）。
- 化合物（如四甲基铅和清洁剂）。

注：在本类别中报告的乙醇量应该是作为燃料使用的数量。

无烟煤：请参阅“硬煤”。

航空汽油：是专为活塞式航空发动机制备的车用汽油。该燃料具有适合此类发动机的辛烷值，凝固点为 -60°C ，馏程通常介于 30°C 和 180°C 之间。

生物燃料：生物燃料包括生物乙醇、生物柴油、生物甲醇、生物二甲醚、生物油。液体生物燃料主要指用作交通运输燃料的生物柴油和生物乙醇/ETBE。它们可以通过新的或用过的植物油制取，并且可以和基于石油的燃料混用或换用。生产工厂的天然原料包括大豆油、葵花籽油和菜籽油。某些情况下，用过的植物油也可用作该过程的原料。

沼气：一种通过生物质能的厌氧分解所产生的气体，主要由甲烷和二氧化碳组成。它包括：

- 填埋气，由被填埋的垃圾发生分解所形成。
- 污水污泥气，由污水污泥的厌氧发酵产生。
- 其他沼气，如动物粪便或屠宰场、酿酒厂和其他农产品行业的废弃物发生厌氧发酵所产生的沼气。

沥青：沥青是一种固体、半固体或粘稠的碳氢化合物，具有胶状结构，呈褐色到黑色的外观。沥青是原油分馏的残留物，是在对常压分馏的油渣进行真空分馏时得到的。沥青通常被称为柏油，它主要用于道路建设或用作屋面材料。本类别中包括液化和稀释的沥青。

BKB (Braunkohlenbriketts) (包括泥炭型煤)：用褐煤生产的一种合成燃料。在不添加结合剂的情况下将褐煤粉碎和烘干，然后在高压下进行模压，便可得到形状均匀的型煤。德国的褐煤屑产量也应该包括在本类别中。

黑液：一种在造纸工业的制浆期间形成并回收的副产品。在该过程中，木材中的木素与纤维素分离，后者形成造纸纤维。黑液是残留木素、水以及用于提取木素的化学物质的混合物，在回收锅炉中可对黑液进行焙烧。该锅炉可生产蒸汽和电力，并回收无机化学物质以用于整个过程的循环。

高炉煤气：高炉作业的副产品；它在排出高炉时被回收。在回收的煤气中，部分用于工厂内部，部分用于其他钢材工艺或用于能够将其用作燃料的发电站。该燃料量应基于总热值来报告。

褐煤 (Brown coal)：请参阅“褐煤 (Lignite)”。

木炭：请参阅“固体生物质能”。

焦炉焦：这种固态产品是在高温下对煤（主要是焦煤）进行碳化获得的，其湿度和挥发性物质的含量较低。焦炉焦主要用作钢铁工业中的能源和化学品。本类别中包括焦炭屑和铸造用焦炭，以及半焦，即在低温下对煤进行碳化所获得的固态产品。半焦可用作生活燃料，或供转化工厂自用。此外，本类别还包括用褐煤制取的焦炭、焦炭屑和半焦。

焦炉气：独立于制气厂、市政天然气加工厂的炼焦厂和钢铁厂在执行固体燃料碳化和气化作业中所获得的副产品。该燃料量应基于总热值来报告。

焦煤：请参阅“硬煤”。

压缩天然气 (CNG)：压缩天然气是特殊压缩天然气车辆所使用的天然气，它存储在高压燃料钢瓶中。压缩天然气的应用，部分归因于其燃烧清洁的特点。相对于车用汽油或柴油而言，压缩天然气所产生的废气和温室气体排放物远远低于这些燃料。它最常用于轻型载客车辆、载货小卡车、中型载重卡车以及公交客车和学校班车上。

原油：原油是一种天然形成的矿物油，由碳氢化合物混合物和伴生杂质（如硫）组成。它在地表常温常压下呈液态，其物理属性（密度、粘度等）具有高度的灵活性。本类别包括油田凝析油或从伴生和非伴生气体（与商业原油流混合在一起）中回收的伴生气凝析油。

柴油：请参阅“粗柴油/柴油”。

乙烷：一种从天然气和炼厂干气流中提取的直链碳氢化合物（ C_2H_6 ），自然状态下呈气态。

燃料油：燃料油包括所有馏渣（重质）燃料油（包括用混合方法获得的燃料油）。其 $80^{\circ}C$ 时的动力粘度高于 10 cSt 。其闪点始终高于 $50^{\circ}C$ ，密度始终大于 0.90 kg/l 。

■ 低硫燃料油：含硫量低于 1% 的重质燃料油。

■ 高硫燃料油：含硫量等于或高于 1% 的重质燃料油。

气焦：在煤气厂中用硬煤生产城市煤气时得到的副产品。气焦可用于加热用途。

炼厂气：炼厂气涵盖了所有类型的燃气，包括主要从事燃气生产、运输和配送的公共事业公司或私营工厂生产的代用天然气。其中包括用下述方式生产的燃气：在“产量”行下报告的碳化（包括由焦炉产生而转移到炼厂气的燃气）；在添加或不添加石油产品（液化石油气、馏渣燃料油等）的情况下进行的全面气化；对天然气进行裂解；在“来自其他来源”行下报告的燃气和/或空气的重组和简单混合。

粗柴油/柴油（馏分燃料油）：粗柴油/柴油主要是在温度介于 180° C 和 380° C 之间分馏时的中间馏分。根据用途，粗柴油/柴油可分为若干等级：

- 运输柴油：用于压燃式发动机（汽车、卡车等）的公路柴油，其含硫量通常较低。
- 制热粗柴油和其他粗柴油：
 - 用于工业和商业的轻质燃料油。
 - 海运柴油和用于铁路运输的柴油。
 - 其他粗柴油包括重质柴油（380° C 和 540° C 之间的馏分）以及用作石化原料的柴油。

汽油：请参阅“车用汽油”或“汽油型喷气燃料”。

汽油型喷气燃料（石脑油型喷气燃料或 JP4）：这一类别包括所有用于航空涡轮动力设备的轻质碳氢化合物油料（100° C 和 250° C 之间的馏分）。它们是通过将煤油和汽油或石脑油混合得到的。混合物中的芳香烃含量不超过 25%（体积百分比），且蒸气压介于 13.7kPa 和 20.6kPa 之间。

地热能：从地壳中辐射出的热能，通常以热水或蒸汽形式呈现。地热能可以用于适当场所：

- 经过闪蒸后，使用干蒸汽或高焓盐水发电。
- 直接以热量形式用于集中供热、农业等。

硬煤：硬煤是指在含水分但不含灰分的情况下总热值大于 23865 kJ/kg (5700 kcal/kg) 且平均随机镜质体反射率至少为 0.6 的煤炭。硬煤包括：

(i) **焦煤：**煤炭种类之一，可用来生产适用于高炉的焦炭。下列煤炭分类代码涵盖了属于本类别的煤炭：

- 国际分类代码 323、333、334、423、433、434、435、523、533（联合国，日内瓦，1956 年）534、535、623、633、634、635、723、733、823。

- 美国分类法中的第 II 类第 2 组“中挥发性烟煤”。
- 英国分类法的 202、203、204、301、302、400、500、600 类。
- 波兰分类法的 33、34、35.1、35.2、36、37 类。
- 澳大利亚分类法的 4A、4B、5 类。

(ii) **其他烟煤和无烟煤（蒸汽煤）** 蒸汽煤用于制取蒸汽和取暖，它包括所有无烟煤和烟煤焦煤（但划归为焦煤的除外）。

水电：在水电站中可将水的势能和动能转化为电能。其中应包括抽水蓄能，但在报告详细的电站规模时不应考虑抽水蓄能。

煤油型喷气燃料：用于航空涡轮动力设备的馏分油。它在 150° C 到 300° C（通常不超过 250° C）的温度范围内具有与煤油相同的分馏特性及闪点。此外，按照国际航空运输协会（IATA）的要求，它还具有特定的规格（如凝固点）。本类别中包括煤油的调合组分。

含铅车用汽油：请参阅“车用汽油”

褐煤：总热值低于 17435 kJ/kg (4165 kcal/kg)，并且在干燥、无矿物质情况下的挥发性物质含量大于 31% 的非炼焦煤。直接生产和燃烧的油页岩和沥青砂应在本类别下报告，此外还有用作其他加工转化工艺输入的油页岩和沥青砂。其中包括在转化工艺中消耗的油页岩或沥青砂部分。

液化天然气（LNG）：天然气在常压下被冷却到 -160° C 左右时会凝固成液态，此时被称为液化天然气。液化天然气无味、无色、无腐蚀性且无毒。

液化石油气（LPG）：液化石油气是来源于炼厂工艺、原油稳化和天然气加工厂的轻质烷类碳氢化合物。它们主要由丙烷（C₃H₈）和丁烷（C₄H₁₀）或二者混合构成，还可能包括丙烯、丁烯和异丁烯。为了便于运输和存储，通常会对液化石油气进行加压液化。

润滑剂：润滑剂是采用分馏过程的副产品生产出的碳氢化合物，它们主要用于减小轴承面之间的摩擦。从锭子油到汽缸油，本类别涵盖了所有成品等级的润滑油以及在油脂中使用的润滑油，包括电机润滑油和所有等级润滑油的基本原料。

车用汽油：车用汽油由温度介于 35° C 到 215° C 之间的轻质碳氢化合物馏分的混合物组成，可用作陆地车辆的火花点火发动机的燃料。车用汽油可能包含添加剂、含氧化合物和辛烷值提高剂，包括 TEL（四乙铅）和 TML（四甲铅）等铅化合物。车用汽油可分为两组：

- **无铅车用汽油：**未添加铅化合物以提高辛烷值的车用汽油，但它可能含有微量有机铅。

- **含铅车用汽油**：为提高辛烷值而添加了 TEL（四乙铅）和/或 TML（四甲铅）的车用汽油。本类别包括车用汽油的调合组分（添加剂/含氧化合物除外），如特定用作成品车用汽油的烷基化油、异构化油、重整油、裂化汽油。

石脑油：石脑油是一种用于石化工业（如乙烯制造或芳香烃生产）的特定原料。石脑油由温度介于 30° C 到 210° 之间或其中部分温度范围内的馏分物质组成。用作混合用途的进口石脑油应作为石脑油进口量来报告，然后显示在“产品间转换”行中，并且对应于石脑油的条目应为负值，而对应于成品的条目为正值。

天然气：不论是液态还是气态天然气，都是由地下沉积层中的多种气体组成的，其中主要成分是甲烷。它既包括来自仅出产气态碳氢化合物的气田的“非伴生”气，而且还包括与原油以及从煤矿中开采的甲烷（煤矿瓦斯）相伴生的“伴生”气。

天然气凝析液（NGL）：在分离设施或天然气加工厂中，从天然气得到的液态或被液化的碳氢化合物称为液态天然气。液态天然气包括乙烷、丙烷、丁烷（正丁烷和异丁烷）、（异）戊烷和戊烷以上的烷烃（有时被称为“天然汽油”或“天然气加工厂凝析油”）。

天然气可能是随原油一起开采的（伴生气）或从不产原油的气田开采的。可以在生产位置附近从天然气流中分离出天然气凝析液，也可以将它们一起运输到异地的天然气加工厂中。当天然气加工和原油生产同时并存时，一般会将天然气凝析液的凝析部分注入到原油流中。

油页岩：请参阅“褐煤”。

奥里油：用水和天然沥青制造的乳化油。

其他烟煤和无烟煤：请参阅“硬煤”。

其他碳氢化合物：**本类别包括**：用沥青砂、页岩油等生产的合成原油；通过煤炭液化得到的液体；将天然气转换为汽油、氢和乳化油（如奥里油）时得到的液体。

其他煤油：由经过精炼的石油馏分组成的煤油，主要用于除航空交通运输以外的部门。它是温度介于 150° C 到 300° C 之间时的馏分。

其他石油产品：上文未明确提到的所有产品，如焦油和硫。本类别还包括在炼厂中生产的芳香烃（如 BTX 或苯、甲苯和二甲苯）和烯烃（如丙烯）。

氧化炉气（炼钢转炉气）：在氧化炉中炼钢时得到的副产品，在排出氧化炉气时会对其进行回收。该气体也被称为“转炉气”、BOS（碱性氧化）炉气或 LD 气。该燃料量应基于总热值来报告。

石蜡：石蜡属于饱和脂肪族碳氢化合物，是在为润滑油脱蜡时得到的剩余物质。它们的晶体结构因等级而异，可能较好或较差。石蜡的主要特征如下：无色、无味、半透明，熔点高于 45° C。

专用燃料：在添加粘合剂的情况下用硬煤粉压制而成的一种合成燃料。请注意，由于添加了粘合剂，专用燃料的产量可能稍高于在加工转化过程中消耗的煤炭量。

泥炭：源于植物的易燃、质软、多孔或扁平的化石沉积物，含水量高（在原始状态下可能达 90%），易于切削，外观呈浅褐色到深褐色。请仅报告用于能源用途的泥炭。

泥炭型煤：请参阅“BKB”。

石油焦：石油焦是一种黑色的固态副产品，主要来自延迟焦化或流化焦化等工艺中对石油衍生原料、真空分馏渣油、焦油和沥青的裂解和碳化。它主要由碳（90% 到 95%）构成，同时含有少量灰分。它可用作钢铁工业中的焦炉原料，还可以用于加热、制造电极和生产化学品。石油焦还被称为“绿焦”和“煅烧焦”，这得名于它性质中最重要的两个方面。本类别还包括在精炼工艺中沉积在催化剂上的“催化剂焦”；这种焦炭不可回收，因此通常作为炼厂燃料进行燃烧。

炼厂原料：炼厂原料是一种经过加工并旨在用于进一步加工（不包括混合）的原料（如直馏燃料油或真空柴油）。通过进一步加工，可以将炼厂原料转化成一种或多种成分和/或成品。该定义还涵盖了从石化工业回送到精炼工业的产品（如热解汽油、C4 馏分、粗柴油和燃料油馏分）。

炼厂干气（未液化）：炼厂干气是一种非冷凝气体的混合物，主要组成部分是炼厂中原油分馏或石油产品处理期间获得的氢、甲烷、乙烷和烯烃，其中还包括从石化工业回送的气体。

太阳能：太阳能是指借助下述方式用来生产热水和电力生产的太阳辐射：

- 平板型集热器，主要是热虹吸式，可用于生产生活热水或对游泳池进行季节性加热
- 光伏电池。
- 太阳能热电厂。

注：不包括直接用于家庭以及其他建筑物的加热、冷却和照明的被动太阳能。

固体生物质能：固体生物质能涵盖了可作为热能或电力生产燃料的源于生物的有机、非化石物质。它包括：

- 木炭：包括对木材和其他植物材料进行破坏性蒸馏和裂解所得到的固体残留物。

- **木材、木材废料、其他固体废弃物：**包括特意栽培的能源作物（白杨、柳树等）；工业过程（尤其是木材/造纸工业）产生的各种木质材料；直接来源于林业和农业的物质（木柴、木片、树皮、锯屑、刨花、碎屑、黑液等）以及稻草、谷壳、果壳、家禽垃圾、粉碎的葡萄渣等废弃物。对这些固体废弃物而言，首选技术即是燃烧。所用燃料量应基于净热值来报告。

动力煤：请参阅“硬煤”。

代用天然气：是采用碳氢化合物化石燃料转化得到的一种高热值气体。无论从化学角度还是物理角度，它都可以和天然气换用，因此通常会被输送到天然气网络中。生产代用天然气的主要原料有：煤、石油和油页岩。代用天然气与其他人造煤气的区别在于，热值较高（超过 8000 kcal/m³），且甲烷含量高（超过 85%）。如果代用天然气不是采用基于煤炭的燃料合成生产的，则这些燃料也应在“来自其他来源”下报告。该燃料量应基于总热值来报告。

次烟煤：是指总热值介于 17435 kJ/kg (4165 kcal/kg) 和 23865 kJ/kg (5700 kcal/kg) 之间并且在干燥、无矿物质情况下的挥发性物质含量大于 31% 的非炼焦煤。

沥青砂：请参阅“褐煤”。

潮汐/波浪/海洋能：来自潮水运动或波浪运动并用来发电的机械能。

无铅车用汽油：请参阅“车用汽油”。

废弃物：

- **工业垃圾：**来自工业中的不可再生来源，并直接通过燃烧来生产电力和/或热能的废弃物（固体或液体）。所用燃料量应基于净热值来报告。可再生的工业垃圾应在“固体生物质能”、“沼气”和/或“液体生物燃料”类别下报告。
- **城市固体垃圾（可再生能源）：**由家庭、工业、医院和第三产业产生的废弃物，其中包括在特定设施处焚化的可生物降解材料。所用燃料量应基于净热值来报告。
- **城市固体垃圾（不可再生能源）：**由家庭、工业、医院和第三产业产生的废弃物，其中包括在特定设施处焚化的不可生物降解材料。所用燃料量应基于净热值来报告。

石油溶剂和特殊沸点溶剂（SBP）：石油溶剂和 SBP 是指在石脑油/煤油馏程中得到的并经过精炼的中间馏分。它们被细分为：

- **工业溶剂（SBP）：**温度介于 30° C 到 200° C 之间时分馏出来的轻油。当前有 7 或 8 种等级的工业溶剂，这取决于在馏程内的馏分收集温度。这些等级是根据 SBP 达到 5% 和 90%（体积百分比）时的分馏点的温度差（不超过 60° C）来定义的。

- **石油溶剂**：一种闪点超过 30° C 的工业溶剂。石油溶剂的馏程为 135° C 到 200° C。

风能：风的动能，风力涡轮机借此进行发电。

木材/木材废料/其他固体废弃物：请参阅“固体生物质能”。

2 缩略语表

Bos	碱性氧化
bb1	桶
bcm	十亿立方米
b/d	桶/天
Btu	英国热量单位
CCGT	联合循环燃气轮机
CHP	热电联产（厂）
CNG	压缩天然气
CO	一氧化碳
CO ₂	二氧化碳
COG	焦炉气
CV	热值/卡路里值
GCV	总热值
GHG	温室气体
GJ	千兆焦耳（百万千焦耳），或 1 焦耳 x 10 ⁹ （请参阅“焦耳”）
GJ/t	千兆焦耳（百万千焦耳）/吨
J	焦耳
kWh	千瓦/时，或 1 瓦特 x 1 小时 x 10 ³
LNG	液化天然气
LPG	液化石油气；指丙烷、丁烷以及它们的同分异构体，这些气体在常温常压下呈气态。
MBtu	百万英国热量单位
MJ/m ³	兆焦耳（百万焦耳）/立方米
Mm ³	百万立方米
MPP	主要（公用）电力生产商
MSW	城市固体垃圾
Mtce	百万吨煤当量（百万吨标准煤）（1 Mtce=0.7 Mtoe）
Mtoe	百万吨油当量（百万吨标准油）
MW	兆瓦，或 1 瓦特 x 10 ⁶

NCV	净热值（低位发热值）
Nm ³	正常立方米
NO _x	氮氧化物
PV	光伏
tce	吨煤当量（吨标准煤），1 tce = 0.7 toe
TFC	最终总消费
TJ	太拉（万亿）焦耳，或 1 焦耳 × 10 ¹²
toe	吨油当量（吨标准油）
TPES	一次能源总供应
UNFCCC	联合国气候变化框架公约
UNIPED	国际电力生产商和配电商联合会（2002 年与 Eurelectric 合并，现在的名称为“欧洲电力事业集团”，简称 EEIG）
VOC	挥发性有机化合物

