

汽车新能源技术



QICHEXINNENGYUANJI SHU

边耀璋 等编著

人民交通出版社

Qiche Xinnengyuan Jishu

汽车新能源技术

边耀璋 等编著

人民交通出版社

内 容 提 要

本书主要介绍汽车新能源的应用方式、应用理论、主要问题和解决方法。本书共分为 11 章,其主要内容为:能源的基本概念和展望,汽车新能源的素质和分析方法,未来汽车能源的优缺点和前景,天然气、液化石油气、醇类、电能、二甲醚、氢以及其他能源的应用理论和实践。

本书可作为大专院校汽车、内燃机、汽车运用工程等专业的教学用书,也可供从事汽车能源研究的技术人员和汽车使用人员参考使用。

图书在版编目 (C I P) 数据

汽车新能源技术/边耀璋等编著. —北京:人民交通出版社, 2003

ISBN 7-114-04696-0

I. 汽… II. 边… III. 汽车-燃料-新技术应用
IV. U473-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 041707 号

汽车新能源技术

边耀璋 等编著

正文设计: 孙立宁 责任校对: 宿秀英 责任印制: 张 恺

人民交通出版社出版发行

(100013 北京和平里东街 10 号 010-64216602)

各地新华书店经销

北京牛山世兴印刷厂印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 22.75 字数: 563 千

2003 年 8 月 第 1 版

2003 年 8 月 第 1 版 第 1 次印刷

印数: 0001~3000 册 定价: 36.00 元

ISBN 7-114-04696-0

前 言

自从 1886 年世界上第一辆汽车问世至今 100 多年,汽车能源基本上采用的是石油制品——汽油和柴油。经过多年大规模的开采,地球上的石油存量已经不多,7 亿多辆内燃机汽车组成的庞大耗能群体,其他交通工具、化工以及众多民用锅炉,还在继续以惊人的速度消耗着地球上残存的石油。与此同时,汽车及其他交通工具运行时排放的大量污染物日积月累地使环境和生态不断恶化。有鉴于此,寻找具有环保特征的交通新能源尤其是汽车新能源的任务显得日益紧迫。经多年的研究已知有可能成为石油替代能源的有电能、氢气、醇类、天然气、液化石油气、生物质能和二甲醚等,有些已经获得一定的应用。这些新能源各具特点,其中电能与燃料类能源从属性、能量转换到由此而决定的汽车结构有很大的甚至基本的不同;各燃料类新能源由于其理化性质与汽油、柴油存在程度不同的差异,也带来使用性能和汽车结构等方面程度不同的差异。对这些新能源中有一定应用规模、相对成熟的品种如天然气、液化石油气和醇类,有一个熟悉和优化应用的过程;对这些新能源中应用尚少、某些重要性能不能满足汽车的要求、许多技术或经济问题有待突破的品种如电能、生物质能等,首先应加大进行研究和攻关的力度,进而则须在应用中熟悉、提高和优化。总之对于汽车新能源,面临着需要熟悉、深入研究和优化应用的问题。

本书主要讲述汽车新能源的应用方式、应用理论、主要问题和解决方法。书中记述了作者和同事多年来从事交通新能源研究工作的一些实践,如记述了我们对 20 世纪和 21 世纪能源发展动态的研究心得、对能源素质分析方法的研究成果、在 20 世纪 90 年代中期完成的天然气和液化石油气供气装置研制科研课题的主要内容、近期完成的提高天然气汽车动力性科研课题的研究情况、近期完成的 LPG/柴油双燃料发动机科研课题的主要内容、在 80 年代完成的甲醇蒸气燃料应用和 90 年代初完成的不同掺烧比例醇类/汽油复合燃料应用的课题要点、近期完成的二甲醚燃料不同应用方式的研究情况和正在进行的纯电动轻型客车项目的一些研究心得等。

全书共十一章。第一章介绍能源的基本概念;第二章论述能源的展望;第三章讲述汽车新能源的素质和分析方法;第四章对未来的汽车能源的优缺点和前景进行评价;第五~十一章论述天然气、液化石油气、醇类、电能、二甲醚、氢及其他能源的应用理论和实践。最后,附录有已经颁布的与新能源有关的法规、标准的目录及有关汽车排放法规、标准的限值等,以便读者查询。本书的编著者为边耀璋、刘生全、张春化和王贺武。刘生全教授参与了第五章的编写,张春化博士参与了第六章的编写,王贺武博士参与了第十章的编写,其他由边耀璋编写,并进行统稿。

感谢前辈周允教授多年来对我们研究工作的指引和帮助,感谢与我们一同进行汽车新能源课题研究的司利增、马志义、简林莎、祁东辉、曹建明、骆雨、师爱平、宋钧等同志所作的创造性贡献。

在本书撰写过程中,引用了国内外许多学者的研究心得、数据资料和文献插图,在此对文献的著者及编写过程中给予本书帮助的其他同仁表示衷心的感谢。

汽车新能源涉及的领域十分宽广,包括多门学科,内容浩瀚,一本书不可能面面俱到,希望读者谅解。限于作者的水平和知识范围,疏漏、甚至错误恐难避免,恳切希望读者批评指正。

作 者

目 录

第一章 能源的基本概念	1
1.1 能源的定义与分类	1
1.1.1 能源的定义	1
1.1.2 能源的分类	1
1.2 能源的特点	3
1.2.1 广泛性、必要性和一次性	3
1.2.2 替代性和多用性	3
1.2.3 有污染	3
1.2.4 储存困难	3
1.2.5 连续性	4
1.2.6 辅助性	4
1.3 与能源有关的基本概念	4
1.3.1 能源的单位	4
1.3.2 能源经济	5
1.3.3 能源开采	6
1.3.4 能源与环境	7
第二章 能源的展望	10
2.1 20 世纪的能源概况	10
2.2 21 世纪的世界能源	11
2.2.1 石油	11
2.2.2 煤炭	12
2.2.3 天然气	12
2.2.4 核能	13
2.2.5 水能	14
2.2.6 风能	14
2.2.7 太阳能	15
2.2.8 氢能	17
2.2.9 生物质能	19
2.2.10 地热能	20
2.2.11 海洋能	21
2.3 研究新能源的意义和能源对策	23
第三章 汽车新能源的素质及其分析方法	27
3.1 汽车新能源的素质	27
3.1.1 来源丰富	27

3.1.2	污染小	28
3.1.3	能量密度高	32
3.1.4	经济	34
3.1.5	使用性能好	35
3.2	汽车新能源素质的分析方法	35
3.2.1	新能源来源考评	35
3.2.2	净化性能考评	36
3.2.3	能量密度考评	38
3.2.4	经济性考评	43
3.2.5	使用性能考评	46
第四章	未来的汽车能源	52
4.1	电能	53
4.1.1	电能用作汽车能源的主要优点	53
4.1.2	电能用作汽车能源的主要问题	54
4.1.3	电能在汽车上的应用前景	54
4.2	氢气	55
4.2.1	氢气用作汽车能源的主要优点	57
4.2.2	氢气用作汽车能源的主要问题	57
4.2.3	氢气用作汽车能源的发展前景	58
4.3	天然气与液化石油气	58
4.3.1	天然气与液化石油气用作汽车能源的主要优点	58
4.3.2	天然气与液化石油气用作汽车能源的主要问题	59
4.3.3	天然气与液化石油气在汽车上的应用前景	60
4.4	醇类	61
4.4.1	醇类用作汽车能源的主要优点	61
4.4.2	醇类用作汽车能源的主要问题	63
4.4.3	醇类在汽车上的应用前景	64
4.5	二甲醚	65
4.5.1	二甲醚用作汽车能源的主要优点	65
4.5.2	二甲醚用作汽车能源的主要问题	66
4.5.3	二甲醚在汽车上的应用前景	66
4.6	太阳能	66
4.6.1	太阳能直接用作汽车能源的主要优点	66
4.6.2	太阳能直接用作汽车能源的主要问题	67
4.6.3	太阳能在汽车上的应用前景	67
4.7	生物质能	67
4.7.1	生物质能用作汽车能源的主要优点	67
4.7.2	生物质能用作汽车能源的主要问题	68
4.7.3	生物质能在汽车上的应用前景	68
4.8	综述	68

第五章 天然气在汽车上的应用	69
5.1 概述	69
5.1.1 天然气汽车的发展概况	69
5.1.2 汽车用天然气	70
5.1.3 天然气汽车的类型	72
5.2 天然气汽车的供气系统	73
5.2.1 天然气汽车供气系统的组成与工作原理	73
5.2.2 减压调节器的结构与工作原理	76
5.2.3 混合器	79
5.2.4 天然气储气瓶	85
5.3 点燃式天然气发动机的动力性及其提高	92
5.3.1 天然气发动机动力性分析	92
5.3.2 提高天然气发动机动力性的措施	97
5.4 天然气汽车的安全性分析	112
5.4.1 天然气理化特性分析	113
5.4.2 部件结构与制造因素	113
5.5 天然气在柴油车上的应用	115
5.5.1 柴油车的发展概况	115
5.5.2 柴油车燃用天然气的技术途径	117
5.6 液化天然气在汽车上的应用	125
5.6.1 概述	125
5.6.2 液化天然气汽车的工作原理和主要组成	125
5.6.3 天然气液化与储运技术	127
5.7 吸附天然气在汽车上的应用	131
5.7.1 概述	131
5.7.2 吸附天然气与天然气、液化天然气的比较	134
5.7.3 吸附天然气的主要技术问题	135
第六章 液化石油气在汽车上的应用	136
6.1 概述	136
6.1.1 液化石油气汽车的发展概况	136
6.1.2 汽车用液化石油气	137
6.1.3 液化石油气汽车的类型	138
6.2 液化石油气汽车的供气系统	139
6.2.1 液化石油气汽车供气系统的组成与工作原理	139
6.2.2 蒸发调压器的结构与工作原理	142
6.2.3 混合器	145
6.2.4 液化石油气储气瓶	145
6.3 液化石油气在点燃式发动机上的燃烧特性和应用特性	150
6.3.1 点燃式液化石油气发动机的燃烧特性	150
6.3.2 点燃式液化石油气发动机的应用特性	153

6.4	液化石油气汽车的整车性能	156
6.5	点燃式液化石油气发动机若干性能分析	158
6.5.1	液化石油气发动机动力性分析	158
6.5.2	液化石油气燃料的安全性分析	163
6.6	液化石油气在柴油车上的应用	163
6.6.1	液化石油气在柴油机上应用的技术方案	163
6.6.2	机电联合控制液化石油气/柴油双燃料发动机控制原理	166
6.7	单缸直喷柴油机燃用液化石油气/柴油双燃料试验研究	168
6.7.1	试验装置及数据处理	168
6.7.2	双燃料和柴油燃烧特性对比分析	173
6.7.3	压缩比的优化研究	174
6.7.4	掺烧特性分析	176
6.7.5	应用特性分析	178
6.8	四缸增压直喷柴油机燃用液化石油气/柴油双燃料试验研究	181
6.8.1	液化石油气掺烧特性研究	181
6.8.2	液化石油气掺烧特性和天然气掺烧特性对比	186
6.8.3	机电联合控制方案试验研究	188
第七章	电控气体燃料发动机	195
7.1	概述	195
7.1.1	电控气体燃料发动机的类型	195
7.1.2	喷射式与混合器式的比较	195
7.2	电控点燃、喷射式气体燃料发动机	196
7.2.1	电控喷气系统的类型	196
7.2.2	电控喷气系统的主要组成和工作	198
7.2.3	喷气阀	200
7.2.4	传感器	201
7.2.5	电控喷气发动机各工况的控制	205
7.2.6	点燃式电控喷气发动机的性能	207
第八章	醇类在汽车上的应用	210
8.1	概述	210
8.1.1	醇类在汽车上应用的发展概况	210
8.1.2	甲醇和乙醇的用途和来源	212
8.1.3	醇类的理化性质	213
8.1.4	燃料乙醇的标准	213
8.2	醇类在汽车上的应用方式	214
8.2.1	甲醇在汽车上的应用方式	214
8.2.2	乙醇在汽车上的应用方式	215
8.3	醇类汽车的主要技术问题	215
8.3.1	混合燃料的分层问题	215
8.3.2	腐蚀和溶胀问题	218

8.3.3	参数优化	218
8.4	醇类在汽油车上的应用	219
8.4.1	掺烧	219
8.4.2	纯烧	220
8.4.3	甲醇改质	220
8.5	醇类燃料在柴油车上的应用	224
8.5.1	掺烧	224
8.5.2	纯烧	226
8.6	醇类燃料在汽车上的应用实例	228
8.6.1	甲醇汽油的应用实例	228
8.6.2	乙醇汽油的应用实例	234
第九章	电能汽车上的应用	236
9.1	概述	236
9.1.1	电动汽车的发展概况	236
9.1.2	电动汽车与传统汽车的主要区别	238
9.1.3	电动汽车的类型	239
9.1.4	电动汽车的总体结构与工作原理	242
9.2	电动汽车的蓄电池	244
9.2.1	蓄电池的基本概念	244
9.2.2	蓄电池的主要性能指标和特性	245
9.2.3	铅酸电池	248
9.2.4	镍镉电池	249
9.2.5	镍氢电池	250
9.2.6	钠硫电池	251
9.2.7	锌-空气电池	251
9.2.8	锂电池	252
9.2.9	结语	253
9.3	电动汽车的燃料电池	254
9.3.1	燃料电池的发展和应用情况	254
9.3.2	燃料电池动力装置的组成与工作原理	257
9.3.3	燃料电池的类型	258
9.3.4	燃料电池的优点和问题	259
9.4	电动汽车的电机驱动系统	261
9.4.1	电动汽车电机驱动系统的品质	261
9.4.2	典型的驱动电机	262
9.5	电动汽车管理系统概论	266
9.6	电动汽车的辅助动力——超级电容	268
9.7	电动汽车的若干性能分析	270
9.7.1	电动汽车的动力性能	270
9.7.2	电动汽车的续驶里程和剩余行驶里程	277

第十章 二甲醚在汽车上的应用	279
10.1 概述	279
10.1.1 二甲醚的理化性质	279
10.1.2 二甲醚的研究情况	279
10.1.3 二甲醚在汽车上的应用方式	281
10.2 压燃式纯烧二甲醚发动机的试验研究	281
10.2.1 压燃式纯烧二甲醚发动机供给系统的优化	281
10.2.2 压燃式纯烧二甲醚发动机燃烧系统主要参数优化	286
10.2.3 压燃式纯烧二甲醚发动机的性能	290
10.2.4 采用 EGR 降低二甲醚发动机 NO _x 排放的研究	296
10.2.5 压燃式纯烧二甲醚发动机燃烧特性分析	298
10.3 二甲醚/柴油双燃料在压燃式发动机上的应用	301
10.3.1 概述	301
10.3.2 掺烧比例的优化	301
10.3.3 预混二甲醚/柴油双燃料发动机的性能	305
10.4 二甲醚在点燃式发动机上的应用	307
10.4.1 二甲醚复合燃料点燃式发动机	307
10.4.2 试验装置和数据处理	309
10.4.3 二甲醚复合燃料发动机的优化	310
10.4.4 二甲醚复合燃料发动机的性能	315
10.4.5 二甲醚复合燃料的燃烧特性	319
第十一章 氢及其他新能源在汽车上的应用	322
11.1 氢能在汽车上的应用	322
11.1.1 氢气的主要性质	322
11.1.2 氢的储存	323
11.1.3 氢燃料汽车的类型	326
11.1.4 液化氢汽车的供氢系统	326
11.1.5 氢燃料汽车的性能	327
11.2 太阳能在汽车上的应用	329
11.3 生物质能在汽车上的应用	330
11.3.1 生物质能的类型和性质	330
11.3.2 生物质能的优缺点和应用	331
11.4 物理储能在汽车上的应用	332
附录 1 我国有关法规和标准的目录	334
附录 2 我国汽车排放治理标准的沿革	336
附录 3 我国、欧盟和美国的排放法规、标准的限值	342
参考文献	349

第一章 能源的基本概念

1.1 能源的定义与分类

1.1.1 能源的定义

人类的一切活动都离不开能或能量(Energy)。能量是物质运动的一般量度,相应于不同形式的运动,能量有热能、机械能、电能和核能等多种形式。热能是能的最普遍的一种形式,它是分子热运动动能的表征。机械能是机械运动的能,系动能和势能的总称。电能是电流或带电物质的能量。核能是原子核内部的能量,在核结构发生变化(裂变或聚变)时释放出来。

能源(Energy sources)是可以直接或通过转换提供人类所需有用能的资源。

核聚变和核裂变、放射性源以及天体间的引力,是世界上一切能源的初始能源。太阳的热核反应释放出巨大的能量,地球大气层所接受的辐射能量每年达 5.3×10^{15} MJ。这种辐射能为地球提供了取之不尽的能源。太阳能的热效应在大气、土地与海洋三者之间的界面,产生风能、水能、波浪能和洋流的动能,谓之天然能。植物通过光合作用吸收太阳能,动物以植物为食或靠弱肉强食间接吸收太阳能,形成所谓的生物质能。动物和植物在特殊的地质条件下经过亿万年演变成为煤炭、石油和天然气等化石燃料;地球心部的热核反应产生地热,地热通过热传导进入大气和海洋,火山或活动的地热田的地热能通过对流作用进入周围环境。地壳内的放射性元素蕴藏着巨大的核能资源;太阳系行星的运行产生潮汐能。以上描述的初始能源归纳如下:

1)来自地球以外的太阳能

直接的太阳能——辐射能。

间接的太阳能:天然能——如:水能,风能,波浪能等;生物质能——如:木柴,秸草,动物粪便等;化石燃料——如:煤炭,石油,天然气等;

2)来自地球本身的能

以热能形式储存的能(地热能)——如地热水,地热蒸汽,干热岩体等;以核能形式储存的能——如铀,钍等。

3)太阳、月球等天体对地球的引力——如潮汐能等。

1.1.2 能源的分类

1. 按能源在自然界存在的方式

1)一次能源(初级能源)

指自然界现成存在的能源或从自然界取得的未经任何改变或转换的能源,如:化石燃料中

的煤炭、石油和天然气等,生物质能,天然能,原子核能等。

2)二次能源(次级能源)

指一次能源经过加工转换得到的能源,如:

由木柴加工而成的焦炭;

由煤炭加工而成的煤气;

由石油加工而成的汽油和柴油;

由其他能源加工转换而成的电力;

生产过程中的余热、余能:高温烟气,可燃废气;高温产品,高温炉渣;蒸汽,热水;化学反应热。

应当说明,“二次”的含义是“经过加工或转换”,并不标志转换的实际次数,不论转换的次数多少,只要是经过加工或转换,统称为二次能源。例如火力发电,燃烧时燃料(煤或油或天然气)的化学能转化为热能,进一步转换为锅炉内蒸汽的内能。通过汽轮机,又转换为蒸汽的动能,最后才通过发电机转化为电能。在以上发电过程中,能的转换次数显然不止一次,但电能仍然称为二次能源。

二次能源与一次能源比较:

a)具有更高的终端利用效率;

b)更清洁;

c)更便于使用。

可见二次能源比一次能源的品质好。但从一次能源转换为二次能源需要付出一定的代价。

2. 按能源被利用的情况

1)常规能源

指已经大规模生产和广泛利用的一次能源。

石油、煤炭、天然气、水力和核能被称为是当前世界上的五大常规能源。当然,常规能源并非一成不变,也难免带有年代和地区的烙印。

2)新能源

指尚未被大规模利用、正在积极研究开发、有待推广的一次能源,如太阳能、风能、海洋及生物质能。

3)替代能源

狭义指一切可代替石油的一次能源,广义指一切可代替目前广泛使用的矿物燃料(煤、石油、天然气)的一次能源。如太阳能,水能,风能,地热能和生物质能等。

在交通能源领域所说的替代能源是指可以取代石油制品(汽油和柴油)的能源,并不局限于一次能源。

3. 按能源能否得到补充(能源的再生性)

1)可再生能源

指可以不断得到补充的一次能源,如太阳能,水能,风能,地热能和生物质能等。

2)非再生能源

指亿万年形成的短期无法恢复的一次能源,如煤,石油和天然气等。

4. 按对环境的影响

1)清洁型能源

指无污染或污染小的能源,如太阳能,水能,风能和地热能等。在交通能源领域,还有电能和天然气等。

2)非清洁型能源

指污染较为严重的能源,如煤和石油等。在交通能源领域,实际上就是石油制品——汽油和柴油。

1.2 能源的特点

1.2.1 广泛性、必要性和一次性

人类的一切活动——物质生产,衣食住行,都必须消耗能源,而且,能源一经使用,原来的实体即行消失,不能反复使用。

“一切”——说明了广泛性;

“必须”——说明了必要性;

“不能反复使用”——说明了一次性。

因此,对能源一定要倍加珍惜,高度重视。

1.2.2 替代性和多用性

能源都具有“能”这一共性,在一定条件下可以互相转换。

完成同一目的所使用的能源不是唯一的,例如火力发电,可以用煤作燃料,也可以用石油或天然气作燃料,这就存在合理选择的问题,应当作必要的技术经济分析。

另一方面,能源除具有能量、可用作动力源之外,还可用作其他用途,如许多能源可以用作化工原料或辅助原料等。究竟将某种能源作何用途更为合理,也应当作必要的技术经济分析。

总之,应当重视技术经济分析,以求优化能源的利用。

1.2.3 有污染

能源在开采、提炼或加工、使用以及废料处理等过程中存在着不同程度的污染,即使是有零污染之称的电动汽车所用的电能,其生产(由其他能源转化为电能)、电池的制造和报废处理等环节也都存在不可忽视的污染。其他能源尤其是当今世界燃料主体化石燃料,在使用过程中的污染可以说触目惊心。由于能源的用量巨大,污染的总量相当可观,已经成为令人头疼的环境公害。所以,能源对环境的污染程度是选择能源时必须考虑的重要因素。

1.2.4 储存困难

化石燃料类能源如汽油、柴油机和天然气等在储存过程中存在泄漏和危及安全等问题,其中天然气因能量密度低(按容积),储存的难度更大。

有些二次能源如电能,其生产过程与使用过程几乎不能分开,在当前技术条件下,基本上不能储存。蒸汽等能源也有类似的性质,这就对加强生产、输送和使用各个环节的协调提出了更高的要求。

1.2.5 连续性

能源是生产活动的基础,必须不断地、连续地供应。停供能源,就意味着停产。在许多领域,如医疗、冶金及化工等,停电还会酿成事故。

所以,应当高度重视采购和预测工作,以确保供应。

1.2.6 辅助性

能源虽然是保证生产的必要条件,但一般不构成产品实体,其重要性很容易被忽视,而被置于从属地位。在不十分规范或缺乏正常竞争的市场条件下,能源消耗在产品成本中的比例甚至产品成本本身与产品的存亡并不一定相关,能源更容易被忽视。例如,在我国,许多地区的运输企业,只要有货源,就有经济效益,多烧些油无所谓。

能源的辅助性特性,要求对节约能源的重要意义进行经常地坚持不懈的宣传。

1.3 与能源有关的基本概念

1.3.1 能源的单位

能源的种类很多,各种能源的品位都不一样,规范能源的度量单位显得十分必要。除了能源的基本单位之外,还广泛地采用当量单位(煤当量,油当量)。我国、德国、奥地利和独联体等国采用煤当量,多数西方国家采用油当量。

1. 能源的基本单位

能源的基本单位实际上也是能量的单位,主要有焦耳(J)、千瓦小时(kWh)、卡(cal)、英热单位(Btu),它们之间的换算关系见表 1-1。

能源单位换算

表 1-1

	GJ	kWh	kcal	Btu
GJ(10^9 J)	1	277.77	2.389×10^6	947.8×10^3
kWh	3.6×10^{-3}	1	860	3 412
kcal(10^3 cal)	4.183×10^{-6}	1.17×10^{-3}	1	3.968
Btu	1.055×10^{-6}	2.93×10^{-4}	0.252	1

按照《中华人民共和国法定计量单位》的规定,J和kWh是许用单位,kcal和Btu不允许使用。

许多国家和一些国际组织采用煤当量或油当量作为各种能源的统一计量单位。

水电作为一次能源的计量,一般是按照火电站生产1kWh电实际消耗的燃料的平均煤当量来计算的。联合国统计资料则按电的热功当量计算,1kWh水电等于3.6MJ(860kcal),换算成煤当量的系数是0.123。

核电换算成煤当量的方法与水电相同,但这种计量方法不能反映核燃料的换算效率。

2. 能源的当量单位

1) 油当量(Oil equivalent)

油当量又名标准油,是一种按油的热当量值计算各种能源量的统一计量单位。这种计量

单位为许多国家所采用。1kg 油当量的热值按 41.82MJ(10000kcal)计算。

在统计能耗总量时,可以采用吨标准油或万吨标准油。

2)煤当量(Coal equivalent)

煤当量又名标准煤,是一种按煤的热当量值计算各种能源量的统一计量单位。煤当量迄今为止尚无国际公认的统一标准,1kg 煤当量的热值,中国、独联体、西欧大陆国家和日本按 29.3MJ(7000kcal)计算,联合国按 28.8MJ(6880kcal)计算,而英国则是根据用作能源的煤的加权平均热值确定的。

在统计能耗总量时,可以采用吨标准煤或万吨标准煤。

标准煤与标准油之间有如下换算关系:

1kg 标准煤 = 0.7kg 标准油

计算能耗总量时,原则上要求实测各种能源的平均实际热值,分别求得能源的折算系数,再折算为标准煤。确有困难也可以按表 1-2 所列的折算系数进行计算。

各种能源的折算系数(参考)

表 1-2

能源名称	低热值*** (低发热量)(MJ/kg)	折标煤系数(kg 标煤/kg)
原煤		0.7143
焦炭		0.9714
原油		1.4286
重油		1.4286
煤油		1.5195
汽油	44.52	1.5195
柴油	43	1.4676
液化石油气	45.31	1.5464
天然气	49.54	1.6901
氢气	119.9	4.0922
甲醇	20.26	0.6915
乙醇	27.2	0.9285
二甲醚	28.4	0.9693
电力(当量)*		0.1229(kg 标煤/kW·h)
电力(等价)**		0.4040(kg 标煤/kW·h)

注: * 当量电力 = 每耗 1 度电所能获得的热量 = 860kcal = 0.1229kg 标煤;

** 等价电力 = 每发出 1 度电所需热量 = 2 828kcal = 0.4040kg 标煤。

*** 低热值(低位发热量):当燃料完全燃烧,其燃烧产物中的水蒸汽(包括燃料中的水分变成的水蒸汽和燃料中所含氢燃烧时生成的水蒸汽)仍以气态存在时的反应热;高热值(高位发热量):当燃料完全燃烧,其燃烧产物中的水蒸汽凝结为水时的反应热。

1.3.2 能源经济

1. 单位产量能耗

单位产量能耗指生产某产品单位产量所需的能源耗量:

$$q = G/N$$

式中: q ——单位产量能耗;

G ——能源消耗量;

N ——产品产量。

不同产品不同场合,采用不同的单位。对于汽车运输而言,其产品的产量为 $t \cdot km$ 或 $100t \cdot km$,能耗常以消耗燃料的容积 L 或质量 kg 计, q 的单位是 $L/(100t \cdot km)$, 或 $kg/(100t \cdot km)$ 。当对热值不同的燃料进行比较时,能耗则以所消耗的热量 kJ 计, q 的单位是 $kJ/(100t \cdot km)$ 。

2. 能源弹性系数(Elasticity of energy consumption)

能源弹性系数 α 是用来表征能源与经济增长相互关系的指标,它等于一个国家或地区某一年度一次能源消耗量增长率与经济增长率之比。经济增长率通常采用国民生产总值或国民收入的增长率。

$$\alpha = n/g$$

式中: n ——一次能源消耗量年增长率;

g ——经济年增长率。

能源弹性系数越小表明能源的利用越合理。若能源弹性系数较大,甚至大于 1,就应当从企业的生产组织、设备、技术和管理水平等方面查找原因,采取应对措施。

产值和能耗都是综合性指标,涉及经济结构、管理体制、资源状况、技术水平、人口多寡、气候条件以及国际关系等许多因素。因此在一个国家的年度之间以及不同国家之间有很大的差异,应当正确地分析它们对能源弹性系数的影响。

3. 终端能源消费(Energy end-use)

终端能源消费是指以最终服务结果来评价能源的消费。我们知道,能源的使用并不是它自身的终结,而是为满足人们的需要提供服务的一种手段。因此,能源利用的水平应以提供的服务来衡量,而不是用消耗能源的多少来表示。例如,照明应以流明数来衡量,而不是看用了多少电。由于同一种服务可以采用多种能源来提供,从终端需求出发来研究能源问题,就可以从技术上和经济上进行优选,从而促进能源结构优化,使能源的平均成本达到最低,而且便于分析能源需求的趋向和节能的潜力。

4. 国民生产总值(GNP)和国内生产总值(GDP)

GNP 和 GDP 都是指一个国家一年内所生产的最终产品和劳务的市场价值。但所说“一国”的含义不同。GNP 所说的“一国”指一国国民,即只要是该国国民,无论在什么地方创造的最终产品与劳务的市场价值,都应计入。GDP 所说的“一国”指一国国境,即只要是在该国领土上,无论哪国人所创造的最终产品与劳务的市场价值,都应计入。GDP 中减去外国公民在该国创造的最终产品与劳务的市场价值再加上本国公民在外国创造的最终产品与劳务的市场价值就等于 GNP。许多国家的 GNP 和 GDP 相当接近,所以有人也把两者等同起来。

20 世纪 90 年代前,大多数国家采用 GNP,90 年代后越来越多的国家改用 GDP。1993 年,联合国统计司正式决定用 GDP 代替 GNP。用 GDP 代替 GNP 代表着全球经济一体化的趋势。在全球经济一体化的今天,各国经济都是你中有我,我中有你,甚至很难找出哪一件产品完全是由本国人生产的民族产品了。真正意义上的民族工业实际已很难确认,但境内工业却一目了然。外国人在一国办的企业属于境内工业,也是一国经济的重要组成部分。它们和该国人所办企业一样,要遵守所在国法律,向该国政府缴税,雇用该国工人,繁荣该国经济。

1.3.3 能源开采

1. 探明储量(Proved reserves)

某种能源的探明储量指经过详细勘察,在目前和预期的当地经济条件下,可用现代技术开采的某种能源的量。

2. 可采储量(Recoverable reserves)

某种能源的可采储量指探明储量与采收率之积。采收率取决于能源的物性和采油工艺等。

3. 储产比

某种能源的储产比指剩余可采储量与当年原油产量之比。它等于剩余可采储量可开采的年限。

4. 地球物理勘探(Geophysical survey)

简称物探,是应用物理学原理探查地下矿藏的方法,主要有地震反射、折射、重力、磁法、电法和放射性等方法。

5. 原油(Crude oil)

原油又称石油原油,指储存在地下储集层中,在通过地面分离设施后仍保持液态的各种液态烃的混合物。包括油层凝析液,以及由焦油砂、天然沥青和油页岩生产的液态烃。

6. 石油(Petroleum)

石油是石油原油和所有石油制品的通称。包括原油、经初加工的油、各种石油制品、天然气处理厂回收的液体产品,以及掺入成品油中的非烃类组分。

1.3.4 能源与环境

1. 环境(Environment)

在环境科学中,环境一般是指围绕着人群的空间,和其中可直接、间接影响人类生活与发展的各种自然因素的总体,以及人类在自然环境基础上通过有意识的社会劳动创造的物质文化体系。

在世界各国的环境保护法规中,通常把应当保护的大气、土地、矿藏、森林、草原、野生动植物、风景游览区、自然保护区和生活居住区等,称为环境。

2. 生态平衡(Bionomical balance)

生态系统是由生物群落及其生存环境组成的动态平衡系统。生物群落与其生存环境之间,以及生物群落不同种群生物之间,不断进行着物质交换和能量流动,并处于相互作用和相互影响的动态平衡之中。生态系统发展到成熟阶段,其结构和功能,各种生物种类组成、各种群的数量比例以及能量和物质的输入、输出等,都处于相对稳定的状态,这种状态称为生态平衡。

3. 颗粒物(Paticulates)

颗粒物是大气中的非气态颗粒状污染物。按我国大气环境质量标准规定,100 μm 以下的颗粒物称为总悬浮微粒(TSP),小于10 μm (表示为PM₁₀)的颗粒物称为飘尘。

大气中的颗粒物来自自然界、人类的一些活动和燃料的燃烧。自然界的一些活动指暴风尘、火山活动和森林起火等,伴随有颗粒物的生成;人类的一些活动指土壤、工业和道路上产生的扬尘;燃料的燃烧主要指化石燃料燃烧时,排气中熔融的灰粒在流动和冷凝过程中也伴随有颗粒物的生成。燃料燃烧时生成的颗粒很小,直径小于10 μm ,很难从烟气中脱除,进入人体肺部会造成健康危害。颗粒物中所含的镉、镍、铊、铜和氟等元素对动植物有破坏作用。烧煤排放的多环芳烃(PAH)能聚集在微粒上,有致癌作用。