

新能源 材料与应用

童忠良 张淑谦 杨京京 编著



国防工业出版社

National Defense Industry Press

新能源材料与应用

童忠良 张淑谦 杨京京 编著

国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

全书共分7章,包括纳米技术与能源新概念、生物质能与可再生资源生产过程中的纳米技术、纳米技术与洁净煤技术的发展前景和展望、太阳能和太阳能利用纳米材料与技术、纳米技术与“绿色二次电池”、氢能和燃料电池与纳米技术、石油与天然气能源的可持续发展。内容翔实、资料丰富、实用性强,专业应用实例众多,是通俗易懂,具有广泛参考价值的新能源和再生清洁能源技术科普著作。

本书可供从事纳米材料、能源及相关领域的政府公务人员、企业管理人员、科研和教学人员、大专院校学生及研究生、博士生学习参考,也是所有关注能源和可持续发展问题的社会各界人士的适宜读物。

图书在版编目(CIP)数据

新能源材料与应用/童忠良,张淑谦,杨京京编著. —北京:国防工业出版社,2008.1
ISBN 978-7-118-05282-4

I. 新... II. ①童...②张...③杨... III. 能源—材料 IV. TK01

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 108501 号

国防工业出版社出版发行

(北京市海定区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100044)

北京印刷厂印刷

新华书店经售

开本 787×1092 1/16 印张 16 1/4 字数 408 千字

2008 年 1 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—3000 册 定价 36.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店: (010)68428422

发行邮购: (010)68414474

发行传真: (010)68411535

发行业务: (010)68472764

前 言

新能源和再生清洁能源技术是 21 世纪世界经济发展中最具有决定性影响的五个技术领域之一,新能源包括太阳能、生物质能、核能、风能、地热、海洋能等一次能源以及二次电源中的氢能等。

能源是指一切能量比较集中的含能体(如煤炭、天然气及石油)和能量过程(如风与潮汐)。它不但关系着人们的日常生活,而且严重影响国际社会的安定。目前世界各国普遍存在着不同形式的能源危机,如对于 20 世纪 90 年代的海湾战争和当前的伊拉克危机来说,其本质也就是为了争夺一种传统能源——石油而引起的国际争端。因此,开发新型能源已经成为各国政府重点投资和研究的课题。

能源与劳动和资本一样,已经成为当今社会的基础性战略资源和经济系统的基本生产要素。它直接关系到人类的生存和社会的发展。自 20 世纪 90 年代以来,中国的能源问题研究受到了全世界的关注。

能源在国民经济中具有特别重要的战略地位。我国目前能源供需矛盾尖锐,结构不合理;能源利用效率低;一次能源消费以煤为主,化石能的大量消费造成严重的环境污染。今后 15 年,满足持续快速增长的能源需求和能源的清洁高效利用,对能源科技发展提出了重大挑战。

目前我国已进入资源约束的发展阶段,为推动新能源产业,调整不符合国家政策的高能耗、高物耗、高污染、低附加值的劣势产业提供了新的机遇。

本书论证了能源和可持续发展的概念,围绕环境技术和可持续的能源问题,全面阐述了能源与经济发展、能源与社会进步、能源与环境、能源安全、纳米新能源材料产业化进展及应用等问题。

作者希望本书能起到扩大节能意识的宣传和教育作用,使更多读者意识到节能的重要性,转变个人的观念和生活方式。

全书共分 7 章,第 1、6、7 章由童忠良教授编写,第 2、3 章由张淑谦博士编写,第 4、5 章由杨京京研究员编写,全书最后由童忠良教授统稿。本书内容翔实、资料丰富、实用性强,专业应用实例众多,通俗易懂,具有广泛参考价值的新能源和再生清洁能源技术的科普著作。

本书可供从事能源、新材料及相关领域的政府公务人员、企业管理人员、科研和教学人员、大专院校学生及研究生、博士生参考,也是所有关注能源和可持续发展问题的社会各界人士的适宜读物。

本书如果能使读者对此方面的了解有一定的帮助,那么作者将备感欣慰。本书在分析和综合方面必定存在很多缺陷,欢迎读者批评指正,这既是对作者的关爱,也表现出对我国可持续发展战略的支持。本书参考了国内外大量文献资料,在此谨向这些作者表示感谢。特别是高洋、高新、王瑜、方芳、童凌峰等同志为本书的资料收集、插图及计算机输入和编排付出了大量精力,在此一并致谢。

编 者
2007 年 3 月

目 录

第 1 章 纳米技术与能源新概念.....	1
1.1 能源和可再生能源发展战略.....	1
1.1.1 新能源的定义	1
1.1.2 新能源的分类	2
1.1.3 新能源技术产业	4
1.1.4 国内外新能源技术最新进展	5
1.1.5 可再生能源发展战略和技术政策	8
1.2 能源生产及消费对经济发展与社会进步的关系	10
1.2.1 世界能源储量及分布.....	10
1.2.2 世界经济增长与一次能源消费趋势.....	12
1.2.3 世界能源市场.....	14
1.2.4 国际能源与环境合作.....	15
1.2.5 能源对经济发展与社会进步的关系.....	16
1.2.6 BP 国际能源投资中国	17
1.3 能源环境与绿色 GDP 增长的关系.....	18
1.3.1 能源与经济增长的关系.....	18
1.3.2 能源与环境问题.....	21
1.3.3 能源资源制约 GDP 增长	24
1.3.4 我国是能源浪费最严重的国家.....	24
1.3.5 我国节能降耗任重道远.....	25
1.3.6 创新与节能是“十一五”规划中产业的主旋律.....	25
1.3.7 未来 15 年我国将投资 1.5 万亿元发展可再生能源	27
1.4 能源环境和安全与和谐社会全面发展的关系	27
1.4.1 环境技术开发应用新动向.....	27
1.4.2 能源环境和国家安全对和谐社会的贡献.....	29
1.5 “十一五”可再生能源产业的研究方向与能源技术发展方向	30
1.5.1 清洁生产技术与节能技术.....	30
1.5.2 纳米新能源技术的研发.....	30
1.5.3 能源战略重心西移对实施“十一五”有积极影响.....	31
1.5.4 未来 20 年中国能源技术发展方向	31
1.6 纳米技术与环境技术和可再生能源产业化	34
1.6.1 纳米技术使资源利用持续化.....	35

1.6.2	纳米技术使尾气排放无害化	35
1.6.3	纳米技术使污水处理纯净化	35
1.6.4	纳米技术使噪声控制有效化	35
1.6.5	纳米技术使绿色节能产品多样化	36
1.6.6	纳米环保巨头使我国可再生能源产业化	36
1.6.7	实现科技创业的机会与英福特节电技术平台	37
1.7	纳米技术解决世界能源问题初探	37
1.7.1	借助纳米技术解决世界能源问题	37
1.7.2	纳米技术对能源的相关作用	38
1.8	开展纳米新能源研究与实现可持续发展	39
1.8.1	纳米新能源材料展望	39
1.8.2	纳米新能源市场需求	40
1.8.3	面临着巨大的新能源技术挑战	40
1.8.4	推动可再生能源规模化利用	41
1.8.5	我国纳米新能源材料研究正在起步	41
第2章	生物质能与可再生资源生产过程中的纳米技术	42
2.1	生物质能	42
2.1.1	生物质能的概念	42
2.1.2	生物质—光合作用	42
2.1.3	生物质能利用特征	43
2.1.4	生物质能分类	43
2.1.5	生物质能在能源系统中的地位	45
2.2	生物质能资源现状应用与发展趋势	46
2.2.1	生物质能资源现状	46
2.2.2	生物质能源技术应用	47
2.2.3	国外生物质能源发展战略	49
2.2.4	我国农村生物质能源发展态势	49
2.2.5	发展生物质能源是重要战略决策	51
2.2.6	生物质能源替代石油意义重大	51
2.2.7	生物质能源目前重点发展的项目	51
2.2.8	发展生物质能源产业化时机成熟	51
2.3	解决发展生物质能源的难题与技术瓶颈	51
2.3.1	解决发展生物质能源的难题	51
2.3.2	发展生物质能源不依赖粮食	52
2.3.3	发电成本和燃料来源成为技术瓶颈	52
2.3.4	秸秆“烧与禁”的矛盾持续多年	52
2.3.5	可再生能源生产过程运营成本	53
2.4	生物质能技术与战略研究	53
2.4.1	国外生物质技术发展情况	53

2.4.2	生物质在我国未来能源结构中的地位	55
2.4.3	未来生物质能发展采取的战略	56
2.5	我国生物液体燃料的发展战略	60
2.5.1	石油安全驱动了生物液体燃料产业	60
2.5.2	生物燃油产业将带来显著的环境效益	60
2.5.3	我国生物液体燃料的潜力	61
2.5.4	我国生物液体燃料发展战略与发展建议	61
2.6	我国农村生物质能源的生产与再生产	63
2.6.1	农村新能源生产与再生产	64
2.6.2	油菜籽直接“变”柴油	64
2.6.3	植物油能源利用技术	65
2.6.4	酶法生物柴油的合成技术	65
2.7	国内外生物质能转化利用纳米技术展望	69
2.7.1	纳米技术渗入生物柴油工业领域	69
2.7.2	利用纳米技术研制出一种新型催化剂	70
2.8	纳米技术与生物质液化和气化技术	70
2.8.1	生物质气化发电优化系统及其示范工程	70
2.8.2	植物油基稀土润滑油及植物油基高性能生物柴油产业化	71
2.8.3	生物质洁净能源研究进展	72
2.8.4	甜高粱茎秆制取 30 万 t/a 无水乙醇	72
2.9	纳米技术与生物燃料和生物质燃烧技术	73
2.9.1	纳米技术制备纤维乙醇燃料	73
2.9.2	研究纳米催化剂从野生植物中提取燃料	74
2.9.3	高蓄能植物优良种质繁育	74
第 3 章	纳米技术与洁净煤技术的发展前景和展望	75
3.1	洁净煤技术的由来	75
3.2	国内外洁净煤技术发展概况	76
3.2.1	国外洁净煤技术发展概况	76
3.2.2	美国“洁净煤技术示范计划”	77
3.2.3	日本“洁净煤技术示范计划”	77
3.2.4	我国洁净煤技术发展概况	77
3.3	国内外洁净煤技术产业化前景与主要问题	83
3.3.1	洁净煤技术产业化重要性	84
3.3.2	国内外洁净煤技术产业化的研究现状	85
3.3.3	洁净煤发电技术产业化的研究现状	87
3.3.4	洁净煤技术产业化的主要问题	90
3.3.5	推进我国洁净煤技术产业化的重要意义及对策	91

3.4	洁净煤综合利用技术	92
3.4.1	煤的增压清洁高效综合利用技术	93
3.4.2	清洁高效综合利用技术结论	97
3.5	纳米技术促进洁净煤发电新技术	98
3.5.1	高活性超细纳米煤直接液化纳米催化剂	98
3.5.2	中国神华煤直接液化工艺	100
3.5.3	提供高水平的洁净煤技术及高性能炭材料	100
3.5.4	“煤变油”能源转换的重点示范工程	101
3.6	纳米技术解决 CO ₂ 控制及在洁净煤技术方面的应用	103
3.6.1	CO ₂ 排放对全球气候变化及生态系统的影响	103
3.6.2	采用纳米新技术解决 CO ₂ 控制	104
第 4 章	太阳能和太阳能利用纳米材料与技术	106
4.1	太阳能和太阳能电池	106
4.1.1	太阳能研究	106
4.1.2	太阳能材料研究	107
4.1.3	国外光伏发电技术发展的特点	108
4.1.4	国内光伏发电技术发展的概况	110
4.1.5	国外光伏电池产业发展的特点	113
4.1.6	国内光伏电池产业发展的状况	114
4.2	国内外太阳能利用	116
4.2.1	德国太阳能利用技术	116
4.2.2	美国太阳能利用技术	118
4.2.3	日本太阳能利用的“阳光计划”	119
4.2.4	俄罗斯太阳能利用技术	120
4.2.5	我国太阳能利用技术	120
4.2.6	发展中国家	122
4.3	国内太阳能利用产业与产品分析	123
4.3.1	太阳能加热和制冷	123
4.3.2	太阳能空调技术	124
4.3.3	太阳能热水器	125
4.3.4	高效太阳能利用透明蜂窝陶瓷材料	125
4.4	光伏太阳能电池生产与应用市场	126
4.4.1	光伏发电	126
4.4.2	用废弃 IC 晶片再生光伏太阳能电池生产	127
4.4.3	5MW 的非晶硅太阳能电池生产线	127
4.4.4	太阳能电池材料国内补白	128
4.4.5	太阳能光伏技术及产业化水平	128

4.4.6	太阳能手机电池板在沪问世	128
4.4.7	太阳能电池应用前景广阔	128
4.4.8	光电太阳能应用市场	129
4.4.9	全国第一个太阳能试点新民居	129
4.4.10	“太阳能小区”试点碰到的难题	130
4.5	纳米材料与太阳能光—热利用技术	130
4.5.1	太阳能热电力与高效太阳能电池	130
4.5.2	太阳能光热复合发电系统	131
4.5.3	关于电热发电模块	131
4.5.4	复合发电系统与光热太阳能电池技术	132
4.5.5	太阳能传输转换为热能技术	133
4.6	纳米材料与太阳能光—电利用技术	133
4.6.1	纳米结构半导体电极的光电能量转换	133
4.6.2	光能转换为电能的光电塑料技术	136
4.6.3	光电太阳能应用展望	137
4.7	纳米材料制备高效太阳能产品	137
4.7.1	纳米技术有望为太阳能产品发展找到突破口	137
4.7.2	纳米技术生成太阳能电池	138
4.7.3	热超导太阳能集热管	139
4.7.4	太阳能空气源热泵	140
4.7.5	吸收式制冷机	140
4.7.6	国际纳米太阳能电源研制技术	141
4.8	染料敏化纳米晶太阳能电池及应用	142
4.8.1	染料敏化纳米晶太阳能电池的工作原理	142
4.8.2	纳米 TiO_2 薄膜太阳能电池的结构	147
4.9	纳米 TiO_2 在太阳能光反应器中的实际应用	149
4.9.1	纳米 TiO_2 在太阳能电池方面的应用	150
4.9.2	纳米 TiO_2 光催化技术的应用	152
4.10	纳米 TiO_2 薄膜太阳能电池的研究进展与制备方法	156
4.10.1	纳米 TiO_2 薄膜太阳能电池的研究进展	156
4.10.2	纳米 TiO_2 薄膜及晶电极制备方法	159
4.11	国外新型太阳能电池展望	160
4.11.1	三菱重工业的新型太阳能电池	160
4.11.2	通用电气公司碳纳米二极管技术	160
4.11.3	国外柔性太阳能电池的研究现状	161
4.11.4	本田化合物半导体太阳能电池	162
第 5 章	纳米技术与绿色二次电池	163
5.1	我国绿色二次电池研究现状与技术标准	163

5.1.1	我国动力镍氢电池研究进展	163
5.1.2	聚合物锂离子电池相关材料全部实现国产化	164
5.1.3	镍氢电池行业自主技术标准	165
5.2	绿色二次电池研究	165
5.2.1	镍氢电池研究进展	166
5.2.2	锂离子电池研究进展	167
5.2.3	高温(加锆)镍氢电池	168
5.2.4	锂钛纳米晶体与纳米蓄电池	169
5.2.5	一种新型纳米动力锂离子电池	169
5.2.6	绿色二次能源锂离子电池新能源	170
5.2.7	时速 370km 的锂离子电池电动车	170
5.2.8	聚合物锂离子电池	170
5.3	锂离子电池行业面临的难题	171
5.3.1	隔膜纸与电池的技术升级问题	171
5.3.2	“电池门”与计算机的锂电池问题	171
5.3.3	锂离子动力电池是否还有安全隐患	171
5.3.4	用纳米技术突破太阳能电池瓶颈	172
5.4	软包装锂离子电池制备技术	175
5.4.1	锂离子电池技术用途与特点	175
5.4.2	软包装锂离子电池制作工艺	176
5.4.3	软包装锂离子电池制作的关键技术	176
5.5	锂离子电池和电池材料高科技企业	178
5.5.1	锂电国家高技术产业化示范工程	178
5.5.2	澳柯玛研制成功多种新用途锂电池	179
5.5.3	春兰集团投资镍氢电池 1.8 亿,建设“绿色能源”产业链	180
5.5.4	如何才能成为电池强国	180
5.6	纳米 $\text{Ni}(\text{OH})_2$ 在电池中的应用	181
5.6.1	纳米材料在电池中的应用	181
5.6.2	纳米 $\text{Ni}(\text{OH})_2$ 材料的研制	183
5.6.3	纳米 $\text{Ni}(\text{OH})_2$ 材料的研制与在电池中的应用	186
5.6.4	两颗电池竟能驱动车,松下在华推氢氧电池	186
5.7	锂离子电池中纳米碳管的应用	187
5.7.1	碳纳米管作为电极材料的研究	187
5.7.2	纳米碳管制备方法	188
5.7.3	纳米碳管嵌锂机理	188
5.7.4	纳米碳管用于电池负极与特性	189
5.8	国家“973”计划与“绿色二次电池新体系”	189

第6章 氢能和燃料电池与纳米技术	190
6.1 氢能与氢能经济发展状况	190
6.1.1 氢能概述	191
6.1.2 国际氢能经济竞争发展态势	193
6.1.3 国外氢能研究水平与技术现状	194
6.1.4 我国氢能经济研发现状与前景	196
6.1.5 国内氢能研究水平与技术现状	197
6.2 燃料电池发展状况	198
6.2.1 燃料电池运行的资源状况	198
6.2.2 燃料电池的特点与原理	199
6.2.3 燃料电池的分类与发展阶段	203
6.2.4 燃料电池发电系统	204
6.2.5 国外燃料电池发展状况	205
6.2.6 我国燃料电池的发展状况	214
6.2.7 神奇的纳米技术与材料	217
6.3 小型反应器的纳米燃料电池	219
6.3.1 便携式电子机器的纳米燃料电池	219
6.3.2 微米量级的超小型反应器的燃料电池系统	220
6.3.3 一种新的固体纳米氧化物纳米燃料电池	222
6.4 纳米技术实现燃料电池超小型化	222
6.4.1 燃料电池电极的构造	223
6.4.2 燃料电池中的物质移动与自燃料电池产生	223
6.4.3 纳米技术应用精密制造技术制成的电极	224
6.4.4 纳米水平的高性能催化微粒子作用	225
6.4.5 固体电解质型纳微米燃料电池	225
6.4.6 高温纳米陶瓷膜固体氧化物燃料电池	226
6.5 使用碳纳米管的大容量携带式小型燃料电池	226
6.5.1 镁镍合金和碳纳米管	226
6.5.2 携带式小型燃料电池	226
6.6 纳米技术推动氢能经济的发展	228
6.6.1 纳米技术促进氢能的研究	228
6.6.2 发现一种制造氢燃料的新物质	229
6.6.3 氢为动力的超强“人造肌肉”	230
6.6.4 储氢技术发展前景	232
6.7 我国的氢能经济与前景目标及对策	233
6.7.1 发展我国的氢能经济	233
6.7.2 我国氢能的发展预测	233

6.7.3	我国氢经济研究的重点与目标	234
6.7.4	我国氢经济发展的对策建议	235
6.8	燃料电池标准化发展规划与寻求“氢经济”突破	236
6.8.1	燃料电池标准化发展规划	236
6.8.2	2007 年燃料电池标准化发展重点	236
6.8.3	寻求“氢经济”突破	236
6.8.4	我国开发燃料电池技术问题与展望	237
第 7 章	石油与天然气能源的可持续发展	239
7.1	石油与天然气能源概况	239
7.1.1	化石能源是当前的主要能源	239
7.1.2	化石能源存在的问题	240
7.2	石油与天然气开发利用与产业化	240
7.2.1	石油与天然气开发利用	240
7.2.2	乙醇汽油开发利用	241
7.2.3	天然气资源的优化利用与产业化的重点	242
7.2.4	石油勘探技术及设备产业化的重点	242
7.2.5	油品加氢技术及设备产业化的重点	243
7.3	石油与天然气能源发展机遇与可持续发展	243
7.3.1	寻找环保新能源迫在眉睫	243
7.3.2	国外生物质能源开发与应用	243
7.3.3	新能源革命的市场前景无可限量	243
7.3.4	英国加速推进可再生能源发展	244
7.3.5	乌克兰燃气冷凝锅炉和改进后的热电站	245
7.4	纳米技术在石油加工中的作用	245
7.4.1	石油化学工业中的氢能利用与发展	245
7.4.2	纳米技术在制氢技术中的作用	246
7.4.3	纳米技术在储氢技术中的作用	246
7.4.4	纳米技术处理石油污染的研究进展	247
7.4.5	纳米技术在环境保护方面的应用	247
7.5	纳米材料在石油制品中的应用	250
7.6	纳米结构净化剂和助燃剂产业化在石油化工中的应用	251
7.6.1	汽车 CO 尾气净化催化机理的计算研究获新进展	251
7.6.2	纳米催化材料研究取得重要进展	251
7.6.3	纳米 TiO ₂ 光催化治理废气废水及清洁高层建筑物外立面	252
7.6.4	推动绿色化学品的开发	252
参考文献		254

第 1 章 纳米技术与能源新概念

1.1 能源和可再生能源发展战略

能源的问题是 21 世纪的热门话题。这个话题涉及自然科学和社会科学的众多科学领域。当我们乘坐公共汽车的时候,当我们坐在家里面看电视的时候,能源始终关照着我们的生活。如果没有飞机、汽车,没有电灯、电视,无法想象现代人的生活会变成什么样子。

1.1.1 新能源的定义

从物理学的观点看,能量可以简单地定义为做功的本领。广义而言,任何物质都可以转化为能量,但是转化的数量及难易程度是不同的。比较集中而又较易转化的含能物质称为能源。由于科学技术的进步,人类对物质性质的认识及掌握能量转化方法也在深化,因此,并没有一个很确切的能源的定义。但对于工程技术人员而言,在一定的工业发展阶段,能源的定义还是明确的。还有另一类型的能源即物质在宏观运动过程中所转化的能量:能量过程,如水的势能落差运动产生的水能及空气运动所产生的风能等。因此,能源的定义可描述为:比较集中的含能体或能量过程,可以直接或经转换提供人类所需的光、电、热、动力等任何形式能量的载能体资源。

随着《国家中长期科学与技术发展规划纲要》(简称《纲要》)及其配套政策的出台,一批拥有核心技术和知识产权,代表未来科技发展方向的新能源将脱颖而出,而能源紧张的大背景将使《纲要》中在新能源汽车和燃料电池技术两处提到的燃料电池大放异彩。

二次能源中,蒸汽由于传输距离短,难以储存而应用受限;电能虽然传输快、传输距离远,但存在传输过程中能量损耗大、难于储存的缺点;而氢能既能远距离运输,又能方便储存,因而成为 21 世纪的理想新能源,21 世纪也被称为氢世纪。

燃料电池是以氢气或含氢化合物如甲醇,与氧气或空气进行电化学反应,生成水,放出电子而形成电流,具有高效、环保、静音的优点,其广泛用于汽车、军事和笔记本电脑等便携场合。其中,燃料电池汽车被业内认为是 21 世纪最有发展前途的环保汽车,全球 40 家主要汽车制造商中有 25 家投入大量人力、物力致力于燃料电池汽车的研发;2006 年底德国海军两艘燃料电池潜艇的服役拉开了燃料电池大规模军用的序幕;日本除了开发出大量用于笔记本电脑、数码相机和手机的燃料电池外,还将普及家用燃料电池,预测到 2020 年,其家用燃料电池市场规模将达 3075 亿日元。

研究表明,目前,我国燃料电池相关公司主要有长城电工、上海科技、同济科技、稀土高科、南风化工等。其中,长城电工因参股大连新源动力 21% 的股份而有望成为燃料电池的龙头。大连新源动力是我国燃料电池研发的国家队,董事长衣宝廉院士是我国燃料电池的奠基人和带头人,大连新源动力独立承担了我国大部分燃料电池国家标准的制定(只有少量标准是由大连新源动力与中科院北京电工所联合制定),而且大连新源动力的燃料电池产品达到了国内领

先水平。上海科技与清华大学核能和新能源技术研究院共同研发的小型甲醇燃料电池已进入样机试制阶段,由于甲醇便于储存,国内煤炭企业已开始大批介入,因此,有在燃料电池初始阶段便于推广的优势。南风化工与清华大学合作从事纳米碳管开发,纳米碳管比表面积大的特征使其具有良好的储氢能力,也成为未来储氢技术发展的方向。总之,燃料电池概念将成为未来最具想象力的科技概念。

1.1.2 新能源的分类

根据科技界对新能源的阐述和研究,有关新能源主要根据其来源进行分类。以现成的形式存在于自然界中的能源称为一次能源,经过人类加工生产出来的能源称为二次能源。根据发展前景和研究结果来看,二次新能源比一次新能源具有更高的研究价值和更长远的发展前途,因此,目前研究和应用较多的主要是二次新能源。

新能源和再生清洁能源技术是 21 世纪世界经济发展中最具有决定性影响的五个技术领域之一,新能源包括太阳能、生物质能、核能、风能、地热、海洋能等一次能源以及二次电源中的氢能等。新能源材料则是指实现新能源的转化和利用以及发展新能源技术中所要用到的关键材料。主要包括储氢电极合金材料为代表的镍氢电池材料、嵌锂碳负极和 LiCoO_2 正极为代表的锂离子电池材料、燃料电池材料、硅半导体材料为代表的太阳能电池材料以及铀、钍、钚为代表的反应堆核能材料等。当前的研究热点和技术前沿,包括高能储氢材料、聚合物电池材料、中温固体氧化物燃料电池电解质材料、多晶薄膜太阳能电池材料等。

20 世纪 60 年代后,随着新能源与纳米新能源的出现,根据来源新能源可以按以下方式分类(图 1-1):

下面对这些新能源进行简单介绍。

1. 氢能

氢能是指氢燃烧释放的能量。氢的储量极为丰富,氢能作为能源自 20 世纪 70 年代以来即被利用,如液氢被用做航天器的燃料,一次次把卫星和飞船送上太空,但由于使用成本高,其应用范围受到限制。

氢作为能源有几点优点:

(1) 氢是宇宙中最丰富的元素,覆盖地球表面 3/4 的海洋中的水就含有氢。由于每个水分子含有两个氢分子,由此计算,地球上平均每 100 个原子中就有 17 个氢原子,所以氢能是取之不尽,用之不竭的。

(2) 氢在燃烧时不放出污染物,是理想的绿色能源。如果使氢在燃料电池中燃烧,则不产生任何污染,只产生水。

(3) 氢的质量最小,是元素周期表中最轻的元素,与其他物质相比,氢的燃烧热值高 ($1.21 \times 10^5 \text{ kJ/kg}$),具有最大的能量质量比,而汽油仅为 $0.54 \times 10^5 \text{ kJ/kg}$,甲烷为 $0.55 \times 10^5 \text{ kJ/kg}$,喷气飞机用燃料为 $0.51 \times 10^5 \text{ kJ/kg}$,煤和生物质能仅 $0.20 \times 10^5 \text{ kJ/kg}$ 。一辆小汽车行驶 500km,才消耗 3kg 氢。所以,氢在未来的能源中必将扮演一个很重要的角色。同时,氢气的分子结构最简单,在进行能量转化时,破坏和形成的化学键较其他物质要少得多,因而释放能量快,具有高的反应速率常数,可以作为复合固体推进剂的燃料使用。

氢能虽然是一种理想的能源,但要充分利用氢能,必须解决两个问题,即储运问题和安全性问题。根据物理化学原理,目前所采用的储氢方法主要有物理方法和化学方法。物理法储

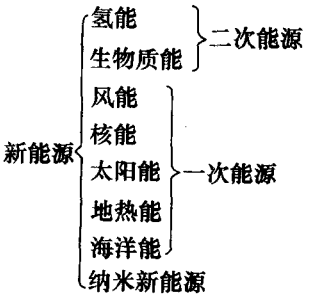


图 1-1 新能源分类

氢是指储氢物质和氢分子之间发生纯粹的物理作用或物理吸附;化学法储氢主要是储氢物质和氢分子之间发生化学反应,生成新的化合物,具有吸收或释放氢的特性。总起来看,氢能的储运主要有:液化储运法、压缩储运法、固氢—液氢混合储运法、金属氢化物储运法、有机液态氢化物储氢、无机化合物储氢、活性炭吸附储氢等。近年来,随着碳纳米管研究的不断深入,碳纳米管在氢能储运方面的广阔应用前景正日益显示出来。

当前,氢能研究的直接目标是以氢燃料电池为动力的汽车,近年来,几个发达国家纷纷展示了各自的原型车,但是,无论从技术上还是经济上,规模化车载氢供应系统尚未切实解决。因此,各国科学家均在致力于研究高储氢材料与系统,其中最有潜力是碳纳米管的吸附储氢。

2. 生物质能

生物质能是指植物叶绿素将太阳能转化为化学能储存在生物质内部的能量,通过热化学转换技术将固体生物质转换成可燃气体、焦油等,通过生物化学转换技术将生物质在微生物的发酵作用下转换成沼气、酒精等,通过压块细密成型技术将生物质压缩成高密度固体燃料等。生物质能源包括:能源林木、能源作物、水生植物、各种有机废弃物等,它们是通过植物的光合作用转化而成的可再生资源。

生物质能由太阳能转换而来,它蕴藏在植物、动物和微生物等有机体中,是人类赖以生存的物质基础。生物质能作为能源利用,在转换系统的每一个环节都可为人类造福,它具有全程良性循环的特征。生物质能既可直接利用,也可通过转化成氢气、乙醇、沼气等含能物质间接使用。

3. 风能

风能是太阳辐射能的一种转化形式,是太阳辐射引起的空气流动动能。到达地球表面的太阳能约有2%转变成风能。风能是自然能源中比较明显的一种能源,据资料介绍,全球风能一年可达 $2.2 \times 10^6 \text{ MW}$,其中可用于发电的约为 10^6 MW ,比当前世界水力发电能还高10倍以上。风能的大小与风速的三次方及风通过的面积和空气的密度成正比。在1s内通过 1 m^2 面积的风所具有的动能称为风能密度,风能密度是指每秒内通过每平方米面积的风所具有的动能,它是评价风能资源的一个重要参数。

风能的利用是通过风力机将风能转化为电能、热能、机械能等各种形式的能量后,再用于发电、提水、助航、致冷和致热等。

4. 核能

核能是指由原子核的链式反应所产生的能量,包括应用于原子电站的核裂变能和正在研究的核聚变能(即可控热核能)。物质的原子核里蕴藏着多得令人难以置信的能量,通过破裂放射性材料可以获得一种能量——核能。

5. 太阳能

太阳能是各种可再生能源中最重要的基本能源,也是人类可利用的最丰富的能源。通过辐射,太阳向地面输送大约 $(1.05 \sim 2.64) \times 10^{20} \text{ kW/h}$ 的能量,约相当于人类目前每年消耗总量的5000倍,并且可以持续几十亿年以上。由于它具有到达地表强度低、间歇性以及地区上的差异,至今尚未能广泛开发利用。目前,太阳能利用最有效的途径是太阳能的化学转化和储存,以及通过“光电效应”原理,把太阳能直接转变为电能的新的太阳能利用技术和阳光催化分解水制氢等。

6. 地热能

地热,通常指那些能够经济地为人类所开发和利用的蕴藏在地球内部的热资源。我们赖

以生存的地球内部是一个火热的世界,蕴藏着巨大的热量,地球中的这种天然热能就是地热能。

7. 海洋能

海洋能通常是指蕴藏在海洋中的可再生能源,主要包括潮汐能、波浪能、海流能、海水温差能、海水盐差能等。广义的海洋能源还包括海洋上空的风能、海洋表面的太阳能以及海洋生物质能等。海洋能蕴藏丰富、分布广、清洁无污染,但能量密度低、地域性强,因而开发困难并有一定的局限。目前,海洋能开发利用的主要方式是发电,其中,潮汐发电和小型波浪发电技术已经实用化。另外,海水制氢也是海洋能利用的一种方式。

8. 纳米新能源

纳米技术和纳米材料的出现为新能源实现本质上的飞跃提供了非常难得的条件。很多人认为纳米新能源既可以属于一次能源,也可以归为二次能源。但是,从其本质来看,纳米新能源在很大程度上是属于二次新能源,它主要是利用纳米材料和纳米技术为能量的储存和转化提供了非常便利的条件。这主要有三个方面的原因:①由于纳米粒子本身因其表面能高而储存大量的能量;②由于纳米粒子表面活性大而吸附大量的其他含能物质(如氢气);③纳米粒子作为催化剂对原有能源释放形式和释放过程进行一定改变和加速,使被催化的原有含能材料的能量释放更完全、更充分,从而达到提高能量的目的。

对于纳米新能源,多是以复合材料的形式出现的。例如,作为纳米材料的纳米金属镍,它可以吸附比常规金属镍粉更多的氢气,吸附大量氢气的纳米金属镍粉复合材料就含有多重的能量形式:一是金属粉本身可以释放大量的能量;二是纳米粒子所蕴含的表面能的形式;三是氢气在燃烧时也可以释放出比其他气体高得多的能量。而对于碳纳米管来说,由于其微观结构是内部中空的一维管状形式,可以吸附大量的气体(如氢气)。因此,储氢的碳纳米管复合材料既可以通过储氢来提高其能量含量,又可以作为固体推进剂的燃烧催化剂,还可以作为电极材料和氢燃料电池。

随着工业的发展和人类物质生活及精神文明的日益提高,能源的需求也与日俱增,世界上近 25 年来能源的消耗量相当于过去 100 年的消耗,而且这些能源大部分是地球上天然矿物的一次能源,在消耗的同时产生大量的环境污染。为此,在未来能源的开发过程中,最大的难题在于能够在尽量不损害地球和人类健康的前提下,如何充分地满足全球对能源日益增长的需求及减少对环境的污染。

未来能源工业的发展态势主要取决于市场力量、环保以及技术创新三大要素。在新能源的各种形式中,储氢的碳纳米管和纳米金属粉复合材料是两种新型的纳米新能源复合材料。这两种纳米新能源复合材料不但需要利用最新的纳米技术,而且包含了大量的技术创新,因而具有十分广阔的应用前景。

1.1.3 新能源技术产业

对能源的开发利用是人类社会发展的动力基础,根据国际能源机构的预测,未来 25 年里,在大力节约能源的基础上,世界能源需求总量还将增加 1 倍。

在中国,煤炭和石油大约占了一次性能源的 90%,由于煤炭和石油的大量使用,中国的 40% 的国土受到了酸雨的威胁。据专家预测,未来 50 年内,我国能源需求总量将达到目前的 3 倍,而那时国内化石能源将趋向枯竭。开发新能源技术,发展新能源产业已势在必行。

太阳能与核能是新能源的两大主体。对太阳能的利用又分为直接利用和间接利用两类。

直接利用太阳能的技术有:光伏发电、温室气流发电等。间接利用太阳能的技术有:水力发电、风力发电及生物质能和地热能的利用等。它们的共同点是,来自太阳,取之不尽,可以再生,没有污染。

核能包括核裂变与核聚变两类。目前的核电站使用的都是核裂变技术。核裂变所产生的放射性污染不仅可以防护,而且其污染程度远小于烧煤产生的尘埃所造成的放射性污染,并且核能不产生二氧化碳等有害气体。所以核能也是一种清洁能源。核聚变能的利用目前还处在试验阶段,估计 20 年内可望投入使用。由于核聚变的原料可取之于海水,并且没有放射性污染,所以前景看好。

由于氢可以直接转化成电能,并且生成物是水,对环境没有污染。还由于氢的可储存性与可移性是电不可比的,所以它将取代电作为能源的主要载体。

美国能源部预测,2030 年氢的生产、储存与转化技术将趋于成熟,美国将步入“氢经济”时代。

1.1.4 国内外新能源技术最新进展

“新能源”,这是国家谋求可持续发展要探讨的永恒话题。

近年来,可再生能源作为常规化石燃料的一种替代品能源,由于其清洁、无污染、可再生,符合可持续发展的要求而受到世界许多国家的青睐,将其作为新能源发展战略的重要组成部分。

2007 年 3 月 5 日,温家宝总理在第十届全国人大第五次会议的《政府工作报告》中提到,“要大力推进以节能降耗为重点的设备更新和技术改造”。

中国科学院最新出版的《高技术发展报告》,以新能源技术为主题,着重介绍新能源技术新进展、高技术与社会等人们普遍关注的重大问题,提出促进中国高技术产业发展的思路和政策建议。

据统计,到 2025 年,全球能源消费量比 2001 年增长 54%。其中,工业国家的能源消费将以平均每年 1.2% 的速度增长。而包括中国和印度在内的亚洲发展中国家的能源需求将比目前增加 1 倍,占全球能源需求增长量的 40% 和发展中国家增长量的 70%。

能源成为制约各国经济发展的瓶颈,发展能源安全使用技术、提高能源利用率技术以及新能源技术也随之成为世界各国关心的课题。

1. 电力安全

(1) 国外:建立多层次电力网络。为了实现资源的优化配置和提高电力系统的运行效益,电力系统日益向大电网、超高压、远距离输电方向发展。2003 年 8 月 14 日,美国、加拿大东部联合电网发生了大停电事故,日损失高达 300 亿美元。此后,美国政府把电网大停电事故提高到“危及美国国家安全”的高度来对待。

2003 年,美国能源部提出了构建安全可靠电网的“Grid2030 计划”。该计划旨在采用先进的材料技术、超导技术、电力电子技术和控制技术、广域测量技术、实时仿真技术、储能技术、可再生能源发电技术、微型燃气轮机发电技术等构建全美骨干电网、区域性电网、地方电网和微型电网(分布式电力系统)等多层次的电力网络,以保障大电网的安全性、稳定性,供电的可靠性及电能质量。

(2) 国内:相关技术得到实际应用。随着信息技术、现代控制技术、新材料技术、超导技术、纳米技术等新技术的飞速发展,电力安全技术的研究热点主要集中在这些新技术的应用研