



iGDP



# 2016 能源数据

王庆一 编著

2016年12月

# 2016 能源数据

王庆一 编著

2016年12月

# 目 录

## 一、能源与经济

表 1 中国能源与经济主要指标 .....	1
表 2 中国分地区能源与经济主要指标 .....	2
表 3 人均能源与经济指标的国际比较 .....	3
表 4 中国省、市人均 GDP 前 10 名 .....	3
表 5 中国城市化与能源消费 .....	4
表 6 中国经济和能源消费的地区、城乡及贫富差距 .....	5
表 7 中国能源和电力消费弹性系数 .....	6
表 8 中国产业和行业结构的变化 .....	7
表 9 部分国家产业结构 .....	7
表 10 中国耗能产品和设备产量占全球比重 .....	8
表 11 中国高耗能产品和终端用能设备产量 .....	9
表 12 中国最富裕城市居民生活水平的国际比较 .....	9
表 13 中国城乡居民生活水平和能源消费 .....	10
表 14 中国农村电气化和贫困状况 .....	11
表 15 中国人发展指数 .....	11
表 16 中外石油公司业绩比较 .....	12

## 二、一次能源供应

表 17 世界化石燃料可采储量和储产比 .....	13
表 18 部分国家页岩气可采储量 .....	14
表 19 中国煤炭、石油、天然气资源和储量 .....	14
表 20 中国分品种能源产量 .....	15
表 21 世界石油、天然气、煤炭产量 .....	16
表 22 中国和世界煤、油、气、电产量 .....	17
表 23 中国能源产量居世界位次 .....	18
表 24 世界十大石油公司 .....	18
表 25 中国十大油气田油气产量 .....	19
表 26 世界原油加工能力 .....	20
表 27 世界十大炼油公司 .....	20
表 28 世界年加工能力 20MT 以上炼油厂 .....	21
表 29 中国原油加工量及主要产品产量 .....	21
表 30 中国原煤产量 .....	22
表 31 中国前 10 名产煤省（区）原煤产量 .....	23
表 32 中国十大煤炭（集团）公司 .....	23
表 33 中国煤炭工业主要指标 .....	24
表 34 主要产煤国家煤矿事故死亡人数和死亡率 .....	25
表 35 中国煤层气产量 .....	26
表 36 中国能源工业固定资产投资 .....	26

## 三、电力

表 37 世界发电量 .....	27
表 38 世界水力发电量 .....	27
表 39 中国十大水电站 .....	28
表 40 中国发电装机容量和发电量 .....	28
表 41 中国 220kV 及以上输电线路长度 .....	29
表 42 中国十大电力公司 .....	29
表 43 中国电力工业主要指标 .....	29

## 四、新能源和可再生能源

表 44 中国可再生能源资源 .....	30
表 45 中国可再生能源开发利用量 .....	31
表 46 中国用于建筑的可再生能源 .....	32
表 47 中国可再生能源投资 .....	33
表 48 世界可再生能源开发利用量 .....	33
表 49 部分国家可再生能源供应量 .....	34
表 50 世界非水电可再生能源发电量 .....	34
表 51 世界可燃生物质和垃圾消费量 .....	35
表 52 世界生物燃料产量 .....	35

## 五、能源消费

表 53 世界一次能源消费量及结构 .....	36
表 54 部分国家和地区能源、石油消费增长率 .....	37
表 55 中国一次能源消费量及结构 .....	38
表 56 中国分部门终端能源消费量及结构 .....	39
表 57 世界化石燃料消费量 .....	40
表 58 部分国家分部门终端能源消费量及结构 .....	40
表 59 部分国家和地区分品种油品消费量 .....	41
表 60 中国分品种石油制品消费量 .....	41
表 61 中国天然气消费量及结构 .....	41
表 62 中国四大煤炭用户煤炭消费量 .....	41
表 63 中国耗煤设备煤炭消费量 .....	42
表 64 部分国家和地区电力占终端能源消费比重 .....	43
表 65 中国分地区人均用电量和人均生活用电量 .....	44
表 66 中国分部门终端用电量 .....	45
表 67 中国制造业能源消费量 .....	45
表 68 中国各种运输线路长度 .....	46
表 69 中国各种运输方式运量、周转量和交通工具拥有量 .....	46
表 70 中国交通运输能源消费量 .....	47
表 71 中国车用替代燃料消费量 .....	47
表 72 中国房屋建筑面积 .....	48
表 73 中国农业和农村能源指标 .....	48
表 74 中国家用耗能器具和设备普及率 .....	48
表 75 中国家用电器用电量 .....	49
表 76 日本家用电器普及率 .....	49
表 77 美国居民家庭用电 .....	50
表 78 中国公共机构能源消费量 .....	50
表 79 中国的能源浪费 .....	51

## 六、能源效率和节能

表 80 中国历年节能率和节能量 .....	53
表 81 中国 2015 年节能量 .....	54
表 82 中国 2015 年制造业节能量 .....	54
表 83 中国 2015 年交通运输节能量 .....	55
表 84 中国 2015 年建筑节能量 .....	55
表 85 部分国家和地区单位 GDP 能耗 .....	56
表 86 中国分产业万元产值能耗 .....	56
表 87 中国分地区万元 GDP 能耗 .....	57
表 88 中国物理能源效率 .....	58
表 89 中国高耗能产品能耗 .....	59

表 90 高耗能产品能耗国际比较 .....	60
表 91 中国主要耗电产品电耗 .....	61
表 92 日本火力发电和供电热耗 .....	61
表 93 能源效率影响因素分析 .....	62
表 94 中国能源效率与国际先进水平的差距 .....	67
表 95 高耗能行业集中度国际比较 .....	69
表 96 中国高耗能行业产能利用率 .....	70
表 97 中国工业部门落后产能淘汰量 .....	70
表 98 中国调整产品结构节能 .....	71
表 99 日本各种运输方式单位能耗 .....	72
表 100 日本乘用车燃料经济性 .....	72
表 101 日本家用电器能源效率 .....	73
表 102 日本居民家庭分品种、分用途户均能耗 .....	74
表 103 日本商用建筑面积和能源消费量 .....	74
表 104 日本商用建筑分品种、分用途单位面积能耗 .....	74
表 105 中国节能服务产业 .....	75
表 106 中国政府节能采购 .....	75

## 七、能源贸易

表 107 中国能源进出口 .....	76
表 108 中国能源对外依存度 .....	76
表 109 世界石油贸易 .....	77
表 110 中国石油进出口 .....	78
表 111 中国原油进口来源 .....	79
表 112 中国石油进出口金额 .....	79
表 113 世界煤炭贸易 .....	80
表 114 世界天然气贸易 .....	81
表 115 中国主要高耗能产品进出口量 .....	82

## 八、能源价格和税

表 116 中国能源价格指数 .....	83
表 117 国际市场原油现货价格 .....	84
表 118 各国汽油零售价 .....	85
表 119 中国部分城市汽油零售价 .....	85
表 120 国际市场天然气价格 .....	86
表 121 部分国家终端用户天然气价格 .....	87
表 122 中国城市民用天然气价格 .....	88
表 123 国际市场煤价 .....	88
表 124 中国国有重点煤矿煤炭平均出矿价 .....	89
表 125 中国煤炭价格链 .....	89
表 126 部分国家终端用户电价 .....	90
表 127 美国民用能源价格 .....	90

## 九、能源科技

表 128 中国能源和高耗能行业企业研究开发经费 .....	91
表 129 美国能源部研究开发经费 .....	92
表 130 中国领先美国的能源技术 .....	93
表 131 中国洁净煤技术进展 .....	93
表 132 中国高耗能工业节能技术进步 .....	94
表 133 中、美煤炭工业主要指标比较 .....	95

## 十、能源与环境

表 134 中国的环境污染和生态破坏 .....	96
表 135 中国主要污染物排放量 .....	98
表 136 中国煤炭生产对环境的损害及治理 .....	98
表 137 中国汽油、柴油硫含量限值 .....	99
表 138 中国《火电厂大气污染物排放标准》 .....	99
表 139 中国《锅炉大气污染物排放标准》 .....	99
表 140 中国《水泥工业大气污染物排放标准》 .....	100
表 141 世界 CO <sub>2</sub> 排放 .....	101
表 142 美国 CO <sub>2</sub> 排放量 .....	102
表 143 日本分部门 CO <sub>2</sub> 排放量 .....	102
表 144 中国能源、电力大气污染物和 CO <sub>2</sub> 排放系数 .....	103
表 145 中国终端能源 CO <sub>2</sub> 排放系数 .....	104
表 146 世界化石能源 CO <sub>2</sub> 排放系数 .....	104
表 147 日本化石能源 CO <sub>2</sub> 排放系数 .....	105

## 附录

低碳技术 100 例 .....	106
能源领域世界之最 .....	122
能源统计名词释义 .....	127
国际组织 .....	133
能源计量单位及换算 .....	134

# 一、能源与经济

表 1 中国能源与经济主要指标

	1990	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015
人口/万人	114333	126743	130756	133920	135404	136072	136782	137462
城镇人口比重/%	26.4	36.2	43.0	49.7	52.6	53.7	54.8	56.1
GDP 增长率/%	3.8	8.4	11.4	10.6	7.9	7.8	7.3	6.9
GDP/亿元	18668	99215	187319	413030	540367	595244	643974	685506
经济结构/%								
第一产业	27.1	15.1	12.1	10.1	10.1	9.4	9.2	9.0
第二产业	41.3	45.9	47.4	46.7	45.3	43.7	42.7	40.5
第三产业	31.6	39.0	40.5	43.2	44.6	46.9	48.1	50.5
人均 GDP/美元/人	344	949	1748	4556	6322	7063	7664	8007
一次能源消费量/Mtce	987.0	1469.6	2613.7	3606.5	4021.4	4169.1	4258.1	4300.0
原油进口依存度/%	-18.4	26.4	36.4	54.5	56.4	57.6	59.3	60.7
城镇居民人均可支配收入/元	1510	6280	10493	19109	24565	26955	28844	31195
农村居民家庭人均纯收入/元	686	2253	3255	5919	7917	8896	10489	11422
民用汽车拥有量/万辆	551.4	1608.9	3159.7	7801.8	10933.1	12670.1	15447	17228
人均能耗/kgce	864	1160	1999	2693	2970	3064	3113	3128
居民家庭人均生活用电/kWh	42	132	217	381	461	500	505	530
能源工业固定资产投资/亿元	847	2840	10206	20899	25500	29009	31725	32474
发电量/TWh	621.2	1355.6	2500.3	4207.1	4987.6	5431.6	5794.5	5810.6
钢产量/Mt	66.4	128.5	353.2	637.2	723.9	813.1	822.3	803.8
水泥产量/Mt	209.7	597.0	1068.9	1881.9	2209.8	2419.2	2492.1	2359
货物出口总额/亿美元	620.9	2492.0	7619.5	15777.5	20487.1	22093.7	23427.8	22749.5
货物进口总额/亿美元	533.5	2250.9	6599.5	3962.4	18184.1	19503.2	19603.9	16819.5
SO <sub>2</sub> 排放量/Mt	15.02	19.95	25.49	21.85	21.18	20.44	19.74	18.59
人民币兑美元汇率	4.7832	8.2785	8.1943	6.7695	6.3125	6.1932	6.1428	6.2284

注：1、GDP 按当年价格计算，增长率按可比价格计算。

2、能源工业固定资产投资包括煤炭开采洗选业、石油和天然气开采业、石油加工和炼焦业、电力和热水生产及供应业、燃气生产和供应业。1990 年为全民所有制企业，2000~2015 年为城镇固定资产投资。

3、2016 年 7 月，国家统计局修改 GDP 计算方法，将研发支出费用作为固定资产形式纳入 GDP 核算。修改后，2005~2015 年 GDP 总量平均增加 1.06%。

来源：国家统计局；国家海关总署；中国电力企业联合会；环境保护部。

表 2

中国分地区能源与经济主要指标（2015 年）

地区	人口/万	GDP/ 亿元	第三产业占 比/%	能耗总量/万 tce	人均 GDP/元	人均能耗 /kgce	钢产量/ 万 t	发电量/亿 kWh
全国总计	137462	676708	50.5	425810	49351	3113	80383	58106
北京	2171	22969	79.7	6831	106284	3174	1.5	421
天津	1547	16538	52.2	8145	107960	5369	2069	623
河北	7425	29806	40.2	29320	40255	3971	18832	2498
山西	3664	12803	53.0	19863	35017	5392	3847	2449
内蒙古	2511	18033	40.0	18309	71903	7309	1735	3929
辽宁	4382	28743	45.1	21803	65524	4965	6071	1665
吉林	2753	14274	37.4	8560	51852	3111	1067	731
黑龙江	3812	15804	50.7	11955	39462	3119	419	874
上海	2415	24965	67.8	11085	103141	4569	1784	793
江苏	7976	70116	48.6	29863	87995	3752	10995	4361
浙江	5539	42887	49.8	18826	77644	3418	1595	3011
安徽	6144	22006	37.3	12011	35997	1975	2506	2062
福建	3839	25980	41.0	12110	67966	3182	1587	1901
江西	4566	16724	38.6	8055	36724	1773	2211	982
山东	9847	63002	45.3	36511	64168	3730	6619	4685
河南	9480	37010	39.5	22890	39131	2426	2897	2625
湖北	5852	29550	43.1	16320	50654	2806	2920	2301
湖南	6783	29047	43.9	15317	42968	2274	1853	1314
广东	10849	72813	50.8	29593	67503	2760	1762	4035
广西	4796	16803	38.9	9515	35190	2001	2146	1300
海南	911	3703	53.3	1820	40818	2016	24	261
重庆	3017	15720	47.7	8593	52330	2873	690	680
四川	8204	30103	40.3	19879	36836	2442	1948	3130
贵州	3540	10503	44.9	9709	29847	2768	466	1815
云南	4742	13718	45.0	10455	29015	2218	1418	2553
西藏	324	1026	53.9		31999		—	45
陕西	3793	18172	39.7	11222	48023	2973	1027	1623
甘肃	2600	6190	49.2	7521	26165	2903	852	1242
青海	588	2417	41.4	3992	41252	6847	121	566
宁夏	668	2912	44.4	4946	43805	7471	182	1155
新疆	2360	9325	45.0	14926	40036	2144	740	2479

注：能耗总量、人均能耗为 2014 年。

来源：国家统计局，中国统计摘要 2016，中国统计出版社，2016 年 5 月；中国能源统计年鉴 2015，中国统计出版社，2015 年 12 月。



表 3

人均能源与经济指标的国际比较 (2015 年)

	中国	美国	欧盟	日本	俄罗斯	印度	OECD	世界
人口/百万	1347.6	322.8	509.0	127.1	146.3	1283.0	1255.0	7316.0
人均 GDP/美元	8007	55904	36428	32481	8477	1688	34630	10318
人均化石燃料可采储量								
煤/t	178	735	110	2.7	1073	47	307	139
石油/t	2.55	20.45	1.38	0.05	95.69	0.62	30.28	32.86
天然气/m <sup>3</sup>	3783	32218	2254	164	220779	1169	15618	25738
人均一次能源消费量/kgce	3128	10093	4578	5041	6511	780	6264	2567
人均石油消费量/kg	398	2638	1179	1492	977	152	1718	592
人均发电量/kWh	4227	13326	6390	6816	7087	923	8577	3292
人均钢产量/kg	585	244	327	828	486	70	408	221
每千人汽车拥有量/辆	93	798	581	601	329	25	580	167
人均 CO <sub>2</sub> 排放量/t-CO <sub>2</sub>	6.31	18.16	7.33	10.19	11.06	1.81	16.79	4.90

注：1、中国化石燃料可采储量为中国国土资源部数据，世界总计在 BP Statistical Review of World Energy 数据基础上作了修正。

2、千人汽车拥有量为 2013 年。

来源：中国国家统计局；IEA；World Bank；IMF；BP Statistical Review of World Energy, June 2016；日本能源经济研究所，日本能源与经济统计手册，2016 年版；国际钢铁协会。

表 4

中国省、市人均 GDP 前 10 名 (2015)

单位：美元

1. 深圳	26071
2. 台湾	22344
3. 广州	22217
4. 苏州	21884
5. 天津	17165
6. 北京	17064
7. 上海	16553
8. 江苏	14128
9. 浙江	12466
10. 内蒙古	11547

表 5

中国城市化与能源消费

	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015
城镇人口/百万	459.1	562.1	665.6	711.8	731.1	749.16	711.16
城市化率/%	36.2	43.0	49.7	52.6	53.7	54.8	56.1
地级以上城市数/座		286	287	289	290	292	295
>400 万人		13	14	14	14	17	15
200~400 万人		25	30	31	33	35	38
100~200 万人		75	81	82	86	91	94
城镇居民人均可支配收入/元	6280	10493	19109	24565	26955	28844	31195
城镇家用汽车普及率/辆/百户	0.5	3.4	13.1	21.5	22.3	25.7	30.0
城镇居民家庭房间空调器普及率/台/百户	30.8	80.7	112.1	126.8	102.2	107.4	114.6
城镇居民家庭电冰箱普及率/台/百户	80.1	90.7	96.6	98.5	89.2	91.7	94.0
城镇集中供热面积/亿 m <sup>2</sup>	11.1	25.2	43.6	51.8	57.2	61.1	64.2
城镇居民人均生活用电/kWh	217	306	445	500	528	525	548

来源：国家统计局；中国电力企业联合会

表 6

中国经济和能源消费的地区、城乡及贫富差距

经济	
人均地区生产总值/美元 (2015)	全国平均: 8007 最高: 天津 17334 最低: 甘肃 4201
城镇居民家庭人均可支配收入/元 (2015)	全国平均: 31195 最高: 上海 52962 最低: 甘肃 23767
农村居民家庭人均可支配收入/元 (2015)	全国平均: 11422 最高: 上海 23205 最低: 甘肃 6936
能源消费	
地区	
人均能耗/kgce (2014)	全国平均: 3113 最高: 宁夏 7471 最低: 江西 1773
人均用电/kWh (2015)	全国平均: 4142 最高: 宁夏 13149 最低: 西藏 1251
人均生活用电/kWh (2015)	全国平均: 530 最高: 北京 805 最低: 西藏 232
城乡	
人均能耗/kgce (2015)	全国平均: 3128 城镇: 4460 农村: 1425
人均用电/kWh (2014)	全国平均: 4078 城镇: 苏州 11959* 农村: 海南 258
人均生活用电/kWh (2014)	全国平均: 505 城镇: 深圳 1662* 农村: 青海 292
贫富	
贫富差距	2015年, 中国收入最高的1%家庭拥有全国1/3的财富, 收入最低的1/4家庭只拥有全国1%的财富
城镇居民人均可支配收入/元 (2015)	20%高收入户: 65082 20%低收入户: 12231
全国城乡居民人均可支配收入/元 (2015)	20%高收入户: 54544 20%低收入户: 5221
家用电脑每百户拥有量/台 (2015)	全国平均: 55.5 城镇: 78.5 农村: 25.7 最高: 上海 144.4 最低: 西藏农村 0.54*
空调器每百户拥有量/台 (2015)	全国平均: 81.5 城镇: 114.6 农村: 38.8 最高: 东莞 272.0* 最低: 甘肃农村 0.28*
家用汽车每百户拥有量/辆 (2015)	全国平均: 22.7 城镇: 30.0 农村: 13.3 最高: 东莞 80* 最低: 困难户 3.2*

注: 1、\*为2012年。

2、深圳人均生活用电为福田区, 人口135.7万。

来源: 国家统计局; 中国农业年鉴; 中国电力企业联合会; 深圳市、东莞市统计局; 贫富差距, 北京大学中国社会科学调查中心, 2016。

表 7

中国能源和电力消费弹性系数

年份	能源消费比 上年增长/%	电力消费比 上年增长/%	国内生产总值 比上年增长/%	能源消费弹 性系数	电力消费 弹性系数
1990	1.8	6.2	3.8	0.47	1.63
1991	5.1	9.2	9.2	0.55	1.00
1992	5.2	11.5	14.2	0.37	0.81
1993	6.3	11.0	14.0	0.45	0.79
1994	5.8	9.9	13.1	0.44	0.76
1995	6.9	8.2	10.9	0.63	0.75
1996	3.1	7.4	10.0	0.31	0.74
1997	0.5	4.8	9.3	0.06	0.52
1998	0.2	2.8	7.8	0.03	0.36
1999	3.2	6.1	7.6	0.42	0.80
2000	4.5	9.5	8.4	0.54	1.13
2001	5.8	9.3	8.3	0.70	1.12
2002	9.0	11.8	9.1	0.99	1.30
2003	16.2	15.6	10.0	1.60	1.56
2004	16.8	15.4	10.1	1.66	1.52
2005	13.5	13.5	11.3	1.19	1.19
2006	9.6	14.6	12.7	0.76	1.15
2007	8.7	14.4	14.2	0.61	1.01
2008	2.9	5.6	9.6	0.30	0.58
2009	4.8	7.2	9.2	0.52	0.78
2010	7.3	13.2	10.6	0.69	1.25
2011	7.3	12.1	9.5	0.77	1.27
2012	3.9	5.9	7.7	0.51	0.77
2013	3.7	8.9	7.7	0.48	1.16
2014	2.1	4.0	7.3	0.29	0.55
2015	0.9	0.5	6.9	0.13	0.07

来源：国家统计局

表 8

中国产业和行业结构的变化

单位：%

	1980	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
产业结构											
第一产业	30.2	27.1	19.9	15.1	12.1	10.1	10.0	10.1	9.4	9.2	9.0
第二产业	48.2	41.3	47.2	45.9	47.4	46.7	46.6	45.3	43.7	42.7	40.5
第三产业	21.6	31.6	32.9	39.0	40.5	43.2	43.4	44.6	46.9	48.1	50.5
工业结构											
轻工业	47.1	49.4	47.3	39.8	31.4	28.6	28.4	28.5			
重工业	52.9	50.6	52.7	60.2	68.6	71.4	71.6	71.5			

注：从 2013 年开始，行业分类不再采用“轻工业”和“重工业”分类。

来源：国家统计局。

表 9

部分国家产业结构（2014 年）

单位：%

	第一产业	第二产业	第三产业
美国	1.45	20.50	78.05
中国	9.16	42.64	48.20
德国	0.75	30.69	68.56
英国	0.61	19.76	79.63
法国	1.68	19.44	78.89
意大利	2.17	23.39	74.44
日本	1.21	26.21	72.58
俄罗斯	3.99	36.27	59.78
印度	16.96	30.05	52.99
巴西	5.56	23.41	71.03

来源：世界银行。

表 10

中国耗能产品和设备产量占全球比重（2015 年）

产品	产量	占全球比重%
粗钢	803.8Mt	49.5
电解铝	31.41Mt	57
水泥	2359Mt	51
平板玻璃	7.39 亿重量箱	50
建筑陶瓷	101.8 亿 m <sup>2</sup>	65
纱	35.38Mt	40
化纤	48.32Mt	70
汽车	2450.4 万辆	27.9
房间空调器	14200 万台	75
电冰箱	7993 万台	54
彩色电视机	14476 万台	50
洗衣机	7275 万台	52
计算机	3.14 亿台	80
手机	18.13 亿部	77
光伏电池	43.2GW	72
LED 灯	60 亿只	80

来源：国家统计局；工业和信息化部；中国建材工业协会；中国陶瓷工业协会；中国化纤工业协会；中国家用电器协会；中国太阳能协会；中国照明电器协会；联合国工业发展组织。

表 11

中国高耗能产品和终端用能设备产量

	1990	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015
高耗能产品								
粗钢/Mt	66.4	128.5	353.2	637.2	723.9	813.1	822.7	803.8
水泥/Mt	209.7	597.0	1068.9	1881.9	2209.8	2419.2	2476.1	2360
电解铝/Mt	0.85	2.79	7.79	15.77	23.14	25.44	27.52	31.41
乙烯/Mt	1.57	4.70	7.56	14.21	14.87	15.99	16.97	17.15
农用化肥/Mt	18.80	31.86	51.78	63.38	68.32	70.26	68.87	74.32
终端用能设备/百万								
汽车	0.51	2.07	5.71	18.27	19.28	21.12	23.73	24.50
家用电冰箱	4.63	12.79	29.87	72.96	84.27	92.61	87.96	79.93
彩色电视机	10.33	39.36	82.83	118.30	128.23	127.76	141.29	114.76
房间空调器	0.24	18.27	67.65	108.88	124.0	130.6	144.63	142.00

来源：国家统计局。

表 12

中国最富裕城市居民生活水平的国际比较（2015 年）

	北京	上海	深圳	东莞	日本东京
常住人口/万	2171	2415	1138	872	1332
人均可支配收入/美元	8487	9607	7710	7523	16930
人均住房建筑面积/m <sup>2</sup>	35	36	40	32	35
耐用消费品拥有量					
私人汽车/辆/百户	63	52	75	80	46
房间空调器/台/百户	178.7	207.1	167	272	275
彩色电视机/台/百户	141.2	192.3	128	187	211
计算机/台/百户	112.1	144.4	119	123	127

注：1、北京、上海、东莞私人汽车百户拥有量为城镇居民。

2、深圳、东莞房间空调器、彩色电视机、计算机百户拥有量为 2011 年。

3、日本东京为 2014 年，东京空调器、彩色电视机、计算机百户拥有量为日本 2014 年平均  
值。

来源：2015 中国统计年鉴；北京、上海、深圳、东莞市统计局；日本能源经济研究所，日本能源与经济统计手册 2016 年版；东京人均收入，日本总务省统计局；东京人均居住面积，日本总务省国势调查；东京百户私人汽车拥有量，日本汽车检查登录情报协会。

表 13

中国城乡居民生活水平和能源消费

	2000	2010	2012	2013	2014	2015
人均 GDP/美元	949	4556	6322	7063	7664	8007
城镇居民人均可支配收入/元	6280	19109	24565	26955	28844	31195
农村居民家庭人均纯收入/元	2253	5919	7917	8896	10489	11422
城镇居民家庭恩格尔系数/%	39.4	35.7	36.2	35.0	37.8	37.1
农村居民家庭恩格尔系数/%	49.1	41.1	39.3	37.7	34.2	34.8
人均住房面积/m <sup>2</sup>						
城镇（建筑面积）	20.3	31.6	32.9			
农村（居住面积）	24.9	34.1	37.1	38.1		
耗能器具和设备普及率/台/百户房间空调器						
城镇	30.8	112.1	126.8	102.2	107.4	114.6
农村	1.3	16.0	25.4	29.8	34.2	38.8
电冰箱						
城镇	80.1	96.6	98.5	89.2	91.1	94.0
农村	12.3	45.2	67.3	72.9	77.6	82.6
彩色电视机						
城镇	116.6	137.4	136.1	118.6	122.0	122.3
农村	48.7	111.8	116.9	112.9	115.6	116.9
家用计算机						
城镇	9.7	71.2	87.0	71.5	76.2	78.5
农村	0.5	10.4	21.4	20.0	23.5	25.7
家用汽车						
城镇	0.5	13.1	21.5	22.3	25.7	30.0
农村	-	-	-	9.9	11.0	13.3
人均能耗/kgce	1160	2693	2970	3063	3113	3128
人均生活用电/kWh	132	381	461	500	505	530
城镇	217	445	500	528	525	548
农村	84	316	415	465	485	506

来源：国家统计局；中国电力企业联合会。



表 14

中国农村电气化和贫困状况

	1978	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015
农村人口/百万	790.14	808.37	745.44	674.15	642.22	629.61	618.66	603.46
贫困标准/元/人	100	625	683	1274	2300	2300	2300	2300
贫困人口/百万	250.0	32.1	23.7	26.9	99.0	82.5	70.2	55.8
无电人口/百万	450.0	35.0	13.0	5.3	3.87	1.23	0.2	0
人均生活用电/kWh	8*	84	149	316	415	465	485	506

注：1、按照世界银行标准（人均 1.25 美元/天），中国 2015 年贫困人口约 2 亿。

2、2015 年末，最后 3.98 万无电人口用上了电。

3、\*1980 年。

来源：国家统计局；中国电力企业联合会；国家能源局；电监会。

表 15

中国人类发展指数（2014 年）

预期寿命/岁	文盲占 15 岁及以上人口比重/%	高中文化程度占 6 岁及以上人口比重/%	人均 GDP/美元	人均生活用电/kWh
全国 74.50	全国 4.92	全国 16.70	全国 7664	全国 500
最长 上海 80.26	最小 北京 1.48	最大 天津 22.72	最高 天津 17131	最多 上海 855
最短 西藏 68.17	最大 西藏 39.93	最小 西藏 3.70	最低 贵州 4304	最少 甘肃 268
北京 80.18	辽宁 1.78	上海 20.79	北京 16278	福建 827
天津 78.89	天津 2.35	北京 19.52	上海 15851	浙江 802
青海 69.96	青海 13.12	贵州 10.42	云南 4438	宁夏 306
云南 69.54	贵州 11.11	云南 9.89	甘肃 4303	新疆 301

注：1、人均生活用电为 2013 年。

来源：2015 中国统计年鉴；联合国开发计划署，《2016 中国人类发展报告》。

表 16

中外石油公司业绩比较 (2015 年)

年份	中国石油天然气集团公司	中国石油化工集团公司	埃克森美孚公司	英国石油公司
原油产量/Mt	164.9	49.4	109.6	96.4
天然气产量/亿 m <sup>3</sup>	1139	203	1152	734
营业收入/亿美元	4320.1	4572.0	4076.7	3962.2
员工数/万人	160.29	96.17	8.48	8.39
人均原油产量/t	51.4	102.9	1245.3	1150.0
人均天然气产量/万 m <sup>3</sup>	2.11	7.11	135.85	87.49
人均营业收入/万美元	47.54	26.95	480.74	472.25

来源：美国《财富》中文网；美国《石油情报周刊》。

## 二、一次能源供应

表 17 世界化石燃料可采储量和储产比（2015 年）

煤炭/亿 t		石油/亿 t		天然气/万亿 m <sup>3</sup>	
中国	2440(65)	委内瑞拉	470(313.9)	俄罗斯	32.3(56.3)
美国	2373(292)	沙特阿拉伯	366(60.8)	伊朗	34.0(176.8)
俄罗斯	1570(422)	加拿大	278(107.6)	卡塔尔	24.5(135.2)
澳大利亚	764(156)	伊朗	217(110.3)	土库曼斯坦	17.5(241.4)
印度	606(89)	伊拉克	193(97.2)	美国	10.4(13.6)
德国	405(220)	俄罗斯	140(25.5)	沙特阿拉伯	8.3(78.2)
乌克兰	339(384)	科威特	140(89.8)	阿联酋	6.1(109.2)
哈萨克斯坦	336(316)	阿联酋	130(68.7)	委内瑞拉	5.6(173.2)
南非	302(120)	利比亚	63(306.8)	中国	5.2(38.6)
印度尼西亚	280(71)	美国	66(11.9)	尼日利亚	5.1(102.1)
世界	10175(129)	尼日利亚	50(43.2)	阿尔及利亚	4.5(54.3)
		哈萨克斯坦	39(49.3)	澳大利亚	3.5(51.8)
		中国	35(16.3)	伊拉克	3.7(>500)
		卡塔尔	27(37.1)	印尼	2.8(37.8)
		巴西	19(14.1)	埃及	1.8(40.5)
		安哥拉	17(19.2)		
		墨西哥	15(11.5)		
		<b>OPEC</b>	1699(86.8)		
		世界	2404(55.1)	世界	188.3(53.2)

注：1、可采储量是可从探明储量中开采出来的数量。

2、BP 统计的 2015 年中国煤炭可采储量为 1145 亿 t，是 1992 年数据。表中煤、油、气可采储量是中国国土资源部数据。世界总计在 BP 数据基础上作了修正。

3、美国煤炭可采储量为 National Mining Association 数据。

4、括弧内为储产比。

来源：BP Statistical Review of World Energy, June 2016；中国国土资源部。

表 18

部分国家页岩气可采储量

单位：万亿 m<sup>3</sup>

中国	36.1
美国	24.4
阿根廷	21.9
墨西哥	19.3
南非	13.7
澳大利亚	11.2
加拿大	11.0
利比亚	8.2
阿尔及利亚	6.5
巴西	6.4

来源：美国能源信息署，2015-07。

表 19

中国煤炭、石油、天然气资源和储量

## 煤炭

预测资源量 38796 亿 t。2015 年末探明储量 1.57 万亿 t，剩余技术可采储量 2440 亿 t。

## 石油

原油：地质资源量 1257 亿 t，可采资源量 301 亿 t。2015 年末剩余技术可采储量 35 亿 t。

油沙：地质资源量 60 亿 t，可采资源量 23 亿 t。

油页岩：技术可采资源量 2432 亿 t，可回收页岩油 120 亿 t。

## 天然气

常规天然气：地质资源量 90 万亿 m<sup>3</sup>，可采资源量 50 万亿 m<sup>3</sup>，2015 年末累计探明地质储量 13.46 万亿 m<sup>3</sup>，剩余技术可采储量 5.19 万亿 m<sup>3</sup>。

煤层气：地质资源量 30 万亿 m<sup>3</sup>，可采资源量 12.5 万亿 m<sup>3</sup>。2015 年累计探明地质储量 5165 亿 m<sup>3</sup>，剩余技术可采储量 3063 亿 m<sup>3</sup>。

页岩气：地质资源量 122 万亿 m<sup>3</sup>，可采资源量 22 万亿 m<sup>3</sup>。2015 年，探明地质储量 5440 亿 m<sup>3</sup>，技术可采储量 1030 亿 m<sup>3</sup>。

来源：国土资源部。

表 20

中国分品种能源产量

年份	原煤/Mt	原油/Mt	天然气/亿 m <sup>3</sup>	发电量/TWh	其中水电
1990	1080	138.3	153.0	621.2	126.7
1991	1087	141.0	160.7	677.5	124.7
1992	1116	142.1	157.9	753.9	130.7
1993	1150	145.2	167.7	839.5	151.8
1994	1240	146.1	175.6	928.1	167.4
1995	1361	150.1	179.5	1007.0	190.6
1996	1397	157.3	201.1	1081.3	188.0
1997	1388	160.7	227.0	1135.6	196.0
1998	1332	161.0	232.8	1167.0	198.9
1999	1364	160.0	252.0	1239.3	196.6
2000	1384	163.0	272.0	1355.6	222.4
2001	1472	164.0	303.3	1480.8	277.4
2002	1550	167.0	326.6	1654.0	288.0
2003	1835	169.6	350.2	1910.6	283.7
2004	2123	175.87	414.6	2203.3	353.5
2005	2365	181.35	493.2	2500.3	397.0
2006	2570	184.77	585.5	2865.7	435.8
2007	2760	186.32	692.4	3281.6	485.3
2008	2903	190.43	803.0	3495.76	637.0
2009	3115	189.49	852.7	3714.65	615.6
2010	3428	202.41	957.9	4207.16	722.17
2011	3764	202.88	1053.4	4713.02	698.95
2012	3945	207.48	1106.1	4987.60	872.10
2013	3974	209.92	1208.6	5431.64	920.29
2014	3874	211.43	1301.6	5794.46	1072.88
2015	3747	214.36	1346.1	5810.58	1126.42

来源：国家统计局。

表 21

## 世界石油、天然气、煤炭产量

	石油/Mt					天然气/亿 m <sup>3</sup>					
	2010	2012	2013	2014	2015	2010	2012	2013	2014	2015	
沙特阿拉伯	473.8	549.8	538.4	543.4	568.5	美国	6035	6812	6891	7283	7673
美国	332.9	394.1	448.5	519.9	567.2	俄罗斯	5889	5923	6047	5787	5733
俄罗斯	511.8	526.2	531.0	534.1	540.7	卡塔尔	1167	1508	1565	1772	1814
加拿大	160.3	182.6	194.4	209.8	215.5	伊朗	1462	1656	1640	1726	1925
中国	202.4	207.5	209.9	211.4	214.6	加拿大	1599	1561	1561	1620	1635
伊拉克	121.5	152.5	153.2	160.3	197.0	中国	949	1070	1171	1302	1346
伊朗	208.8	177.1	165.8	169.2	182.6	挪威	1077	1147	1087	1088	1172
阿联酋	133.3	154.7	165.7	167.3	175.5	沙特阿拉伯	877	993	1000	1082	1064
科威特	122.5	153.7	151.5	150.8	149.1	阿尔及利亚	804	815	815	833	829
委内瑞拉	146.7	136.6	137.9	139.5	135.2	印尼	857	771	721	734	750
墨西哥	145.6	143.9	141.8	137.1	127.6	土库曼斯坦	424	623	623	693	724
巴西	111.4	112.2	109.8	122.1	131.8	马来西亚	626	616	672	664	682
尼日利亚	121.3	116.2	110.7	113.5	111.7	乌兹别克斯坦	596	569	569	573	577
安哥拉	90.5	86.9	87.3	83.0	88.7	墨西哥	576	569	582	581	532
挪威	98.9	87.2	83.2	85.6	88.0	阿联酋	513	543	546	578	558
世界	3979.3	4119.8	4126.6	4220.6	4361.9	荷兰	705	639	687	558	430
OPEC	1667.2	1776.3	1734.4	1729.6	1806.6	世界	32026	33802	34088	34606	35386
	煤炭/Mt										
	2010	2012	2013	2014	2015						
中国	3428	3945	3974	3874	3747						
美国	983.7	928	950	907	813						
印度	573.8	606	619	648	678						
澳大利亚	424	431	471	491	442						
印尼	305.9	386	449	458	392						
俄罗斯	321.6	355	355	358	372						
南非	254.3	260	256	262	252						
德国	182.3	196	190	186	184						
波兰	133.2	144	143	137	136						
哈萨克斯坦	110.8	121	120	114	106						
世界	7254.6	7865	8231	8165	7861						

注：煤产量包括硬煤和褐煤。2012年褐煤产量（Mt）中国 510，德国 185，俄罗斯 77，美国 72，澳大利亚 71，土耳其 68，波兰 64，印度 47。

来源：BP Statistical Review of World Energy；中国国家统计局；DOE/EIA。

表 22

## 中国和世界煤、油、气、电产量

	中国				世界			
	煤 /Mt	石油 /Mt	天然气 /亿 m <sup>3</sup>	发电量 /TWh	煤 /Mt	石油 /Mt	天然气 /亿 m <sup>3</sup>	发电量 /TWh
1950	43	0.2	0.07	4.6	1853	539	1851	959
1960	397	5.2	10.4	59.4	2658	1087	4889	2358
1970	354	30.7	28.7	115.9	2959	2275	10400	5069
1980	620	106.0	142.7	300.6	3775	2974	15256	8247
1990	1080	138.3	153.0	621.2	4738	3164	19912	11774
2000	1384	163.0	272.0	1355.6	4693	3612	24323	15380
2005	2365	181.4	493.2	2500.3	6036	3897	27798	18312
2006	2570	184.8	585.8	2865.7	6443	3910	28802	19026
2007	2760	186.3	692.4	3281.6	6511	3901	29547	19908
2008	2903	195.1	803.0	3495.8	6795	3935	30608	20342
2009	3115	189.5	852.7	3714.7	6881	3831	29759	20136
2010	3428	202.4	948.5	4207.2	7255	3978	32026	21325
2011	3764	202.9	1026.9	4713.0	7659	4011	33157	22051
2012	3945	205.7	1070.4	4987.6	7865	4120	33802	22504
2013	3974	209.9	1170.5	5431.6	8231	4127	34088	23127
2014	3874	211.4	1301.6	5794.4	8165	4221	34606	23867
2015	3747	214.6	1346.1	5810.6	7861	4362	35386	24082

来源：国家统计局；UN World Energy Supplies；BP Statistical Review of World Energy；能源百科全书，中国大百科全书出版社，1997，北京。

表 23

中国能源产量居世界位次

	1990	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015
一次能源 数量/Mtce	1039.2	1385.7	2290.4	3121.3	3510.4	3587.8	3618.7	3620.0
位次	3	3	2	1	1	1	1	1
煤炭 数量/Mt	1080	1384	2365	3428	3945	3974	3874	3747
位次	1	1	1	1	1	1	1	1
原油 数量/Mt	138.3	163.0	181.4	202.4	205.7	209.9	211.4	214.6
位次	5	5	6	5	4	4	4	4
天然气 数量/亿 m <sup>3</sup>	153.0	272.0	493.2	948.5	1070.4	1170.5	1301.6	1346.1
位次	20	19	13	7	7	6	6	6
水电 数量/TWh	126.7	222.4	397.0	722.2	782.1	920.3	1072.9	1126.4
位次	4	4	1	1	1	1	1	1
电力 数量/TWh	621.2	1355.6	2500.3	4207.2	4987.6	5431.6	5794.5	5810.6
位次	4	2	2	2	1	1	1	1

来源：国家统计局；BP Statistical Review of World Energy。

表 24

世界十大石油公司（2015 年）

	原油产量/Mt	天然气产量/亿 m <sup>3</sup>
1、沙特阿拉伯国家石油公司	476.4	1082
2、伊朗国家石油公司	180.7	1726
3、中国石油天然气集团公司	164.9	1139
4、埃克森美孚公司	105.6	1152
5、委内瑞拉国家石油公司	145.0	498
6、皇家荷兰/壳牌集团	74.2	957
7、英国石油公司	96.4	734
8、俄罗斯石油公司	165.1	455
9、俄罗斯天然气工业公司	76.5	4664
10、道达尔公司	51.7	627

注：按石油和天然气储量、产量、炼油能力和油品销售量 6 项指标综合测算。

来源：美国《石油情报周刊》，2015-11-16，译载《国际石油经济》2016, NO.1。



表 25

中国十大油气田油气产量

单位：万吨油当量

	2015	2014	2013
1、中石油长庆油田	5466	5545	5195
2、中石油大庆油田	4120	4297	4274
3、中海油渤海油田	3500	2133	2761
4、中石化胜利油田	2747	2827	2815
5、中石油塔里木油田	2467	2467	2366
6、中石油新疆油田	1419	1430	1403
7、陕西延长石油	1391	1325	1292
8、中石油西南油气田	1247	1111	1025
9、中石油辽河油田	1083	1077	1058
10、中石化中原油田	649	893	924

注：1255m<sup>3</sup>天然气=1t原油。长庆油田油气产量分别为 2481 万 t 和 375 亿 m<sup>3</sup>，西南油气田分别为 14 万 t 和 155 亿 m<sup>3</sup>。

来源：中海油新闻，2006-04-07；大众财经，2016-05-19。

表 26

世界原油加工能力（2015 年）

单位：千桶/日

	2010	2014	2015
美国	17736	17889	18315
中国	10302	14109	14262
俄罗斯	5573	6352	6428
印度	3703	4319	4307
日本	4291	3749	3721
韩国	2774	3110	3110
沙特阿拉伯	2107	2899	2899
巴西	1988	2235	2278
德国	2091	2077	2032
伊朗	1860	1985	1985
加拿大	1913	1965	1966
意大利	2396	1915	1915
墨西哥	1463	1602	1602
西班牙	1421	1546	1546
新加坡	1427	1514	1514
法国	1702	1375	1375
委内瑞拉	1303	1303	1303
荷兰	1274	1274	1293
泰国	1230	1252	1252
世界总计	91341	95065	97227
EU	15283	14134	14123
OECD	45071	43912	44120

来源：BP Statistical Review of World Energy, June 2016.

表 27

世界十大炼油公司

公司名称	原油加工能力/万 t/年					
	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1、埃克森美孚公司	28915	28940	28288	27945	27328	27328
2、中国石油化工集团公司	19855	19855	19855	19855	29784*	26620
3、英荷壳牌集团公司	22546	20971	20971	20546	20923	20923
4、中国石油天然气集团公司	13075	13375	13375	13375	18144	18870
5、英国石油公司	16625	16611	16611	14295	14295	14295
6、沙特国家石油公司	12165	12258	12258	14258	14178	14178
7、美国瓦莱罗能源公司	13083	13883	13883	13883	13848	13848
8、委内瑞拉国家石油公司	13390	13390	13390	13390	13390	13390
9、康菲石油公司	13891	12841	12521	12571	12616	12616
10、雪佛龙公司	13778	12798	12920	12698	12310	12318

\*国内统计。

来源：Oil &amp; Gas Journal。

表 28

世界年加工能力 20Mt 以上炼油厂（2015 年）

单位：万 t/年

排名	公司名称	炼厂所在地点	炼油能力
1	印度信诚石油公司	印度贾姆讷格尔	6200
2	委内瑞拉帕拉瓜纳炼制中心	委内瑞拉胡迪瓦纳	4700
3	韩国 SK 公司	韩国蔚山	4200
4	阿联酋阿布扎比炼油公司	鲁维斯	4150
5	GS-加德士公司	韩国丽水	3925
6	S-Oil 公司	韩国昂山	3345
7	埃克森美孚炼制与供应公司	新加坡亚逸查湾裕廊岛	2963
8	埃克森美孚炼制与供应公司	美国德克萨斯州贝敦	2803
9	沙特国家石油公司（沙特阿美）	沙特拉斯塔努拉角	2750
10	台塑石化股份有限公司	中国台湾麦寮	2700
11	美国马拉松石油公司	美国路易斯安那州 Garville	2610
12	埃克森美孚炼制与供应公司	美国路易斯安那州巴吞鲁日	2510
13	科威特国家石油公司	科威特艾哈迈迪港	2330
14	壳牌东方石油公司	新加坡武公岛	2310
15	中国石化镇海炼化分公司	中国浙江镇海	2300
16	美国马拉松石油公司	美国德克萨斯州 Galveston 港	2200
17	中国石油大连石化公司	中国大连	2050
18	美国雪铁戈石油公司	美国路易斯安那州查尔斯湖	2020
19	壳牌荷兰炼制公司	荷兰佩尔尼斯	2020
20	沙特国家石油公司（沙特阿美）	沙特阿拉伯拉比格	2000
21	沙特阿美美孚	沙特阿拉伯延布	2000
22	沙特阿美道达尔	沙特阿拉伯朱拜勒	2000

来源：Oil &amp; Gas Journal。

表 29

中国原油加工量及主要产品产量

单位：Mt

	2000	2010	2012	2013	2014	2015
原油加工量	210.8	426.8	463.3	478.6	503.0	522.0
主要产品产量						
汽、煤、柴油合计	117.05	252.08	283.57	296.12	316.83	335.17
汽油	41.32	76.76	89.80	98.33	110.29	119.99
煤油	8.78	17.08	21.56	25.06	30.01	35.19
柴油	70.73	158.25	172.21	172.73	176.53	179.99
燃料油	20.54	25.37	23.61	25.57	25.42	23.84

来源：国家统计局；中国石油和化学工业联合会。

表 30

## 中国原煤产量

单位：Mt

1980	620	1998	1332
1981	622	1999	1364
1982	666	2000	1384
1983	715	2001	1472
1984	789	2002	1550
1985	872	2003	1835
1986	894	2004	2123
1987	928	2005	2365
1988	980	2006	2570
1989	1054	2007	2760
1990	1080	2008	2903
1991	1087	2009	3115
1992	1116	2010	3428
1993	1150	2011	3764
1994	1240	2012	3945
1995	1361	2013	3974
1996	1397	2014	3874
1997	1388	2015	3747

来源：国家统计局。

表 31

## 中国前 10 名产煤省（区）原煤产量

单位：Mt

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1、山西	741.0	872.3	913.9	963	977	975
2、内蒙古	786.7	979.0	1061.9	1031	908	901
3、陕西	356.4	405.0	427.5	493	515	502
4、贵州	159.6	156.0	181.1	191	185	170
5、山东	148.9	154.0	145.0	140	148	145
6、新疆	103.1	120.0	139.2	147	143	140
7、安徽	131.5	130.0	147.1	140	130	135
8、河南	212.8	232.0	147.2	153	135	128
9、河北	102.0	93.0	93.8	92	90	85
10、宁夏	67.1	77.9	82.3	87	86	79

来源：中国煤炭工业协会。

表 32

## 中国十大煤炭（集团）公司

单位：Mt

	2014	2015
1、神华	473.5	433.7
2、大同煤矿	167.5	173.5
3、中煤能源	183.0	159.4
4、山东能源	139.3	133.0
5、陕西煤业化工	127.1	127.0
6、兖矿	102.1	108.0
7、山西焦煤	107.0	105.3
8、河南能源化工	101.9	102.0
9、冀中能源	102.0	101.0
10、潞安矿业	90.2	98.4

来源：中国煤炭工业协会。

表 33

中国煤炭工业主要指标

	1990	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
原煤产量/Mt	1080	1384	2365	3428	3764	3945	3974	3874	3747
商品煤产量/Mt	1047	1115	2229	3214	3412	3547	3545	3438	3303
露天开采产量比重/%	3.0	4.5	5.0	10.0	11.0	12.0	12.0	12.0	
原煤洗选比重/%	17.1	24.3	31.9	50.9	52.0	56.0	60.0	62.5	65.9
煤矿数/万个	7.01	3.32	2.48	1.50	1.40	1.20	1.25	1.10	0.96
煤炭消费量/Mt	1376.8	1410.5	2433.8	3490.1	3889.6	4117.3	4244.3	4121.2	3969
其中：发电	438.0	566.8	1050.2	1497.3	1709.5	1810.9	1898.5	1880.5	1816.6
出口量/Mt	17.29	58.84	71.68	19.03	14.66	9.26	7.51	5.74	5.33
进口量/Mt	2.00	2.02	26.17	164.78	182.4	288.51	327.08	291.22	204.06
年末库存/Mt	184.1	142.4	139.7	217.2	253.0	280.0	290.0	300.0	300.0
国有重点矿平均坑口价/元/t	61.67	139.69	291.06	441.0	467.5	459.5	450.8	401.2	342.2
事故死亡人数/人	7301	5816	5938	2433	1973	1384	1067	931	598
事故死亡率/人/Mt	6.76	4.20	2.51	0.71	0.52	0.35	0.27	0.24	0.16

来源：国家统计局；中国煤炭工业协会；中国煤炭加工利用协会；中国电力企业联合会。

表 34

主要产煤国家煤矿事故死亡人数和死亡率

	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
中国								
煤产量/Mt	1384	2365	2428	3764	3945	3974	3874	3747
死亡人数/人	5816	5938	2433	1973	1384	1067	931	598
死亡率/人/ Mt	4.20	2.51	0.71	0.52	0.351	0.268	0.240	0.16
美国								
煤产量/Mt	975.6	1026.5	983.7	993.7	927.8	949.6	906.7	813.0
死亡人数/人	38	22	48	21	20	20	16	11
死亡率/人/ Mt	0.039	0.021	0.049	0.021	0.022	0.021	0.018	0.012
印度								
煤产量/Mt	334.6	468.4	5738	588.5			644.0	
死亡人数/人	117	117	93	63			46	
死亡率/人/ Mt	0.35	0.25	0.16	0.11			0.07	
澳大利亚								
煤产量/Mt	306.8	298.5	424.0	415.5	431.0			
死亡人数/人	1	1	0	0	6			
死亡率/人/ Mt	0.003	0.003	0	0	0.014			
俄罗斯								
煤产量/Mt	240.3	298.5	323.2	337.4	355.2			
死亡人数/人	113	125	142	46	36			
死亡率/人/ Mt	0.47	0.42	0.44	0.14	0.10			
南非								
煤产量/Mt	224.2	244.4	254.3		260.0			
死亡人数/人	31	15	33		18			
死亡率/人/ Mt	0.138	0.61	0.130		0.069			

注：美国 2015 年原煤产量约 945Mt，事故死亡率按原煤计。

来源：中国国家安全监管总局；[美]National Mining Association；[俄]《煤》；煤矿班组长安全教程，2012 年。

表 35

## 中国煤层气产量

单位：亿 m<sup>3</sup>

	井下抽采	地面抽采
2005	23	—
2007	44	3.2
2008	50	5.0
2009	64.5	10.1
2010	73.5	14.5
2011	92.0	23.0
2012	99.4	25.7
2013	108.9	29.2
2014	133.0	37.0
2015	136.0	44.0

注：2015年煤层气利用量为86亿 m<sup>3</sup>。来源：中国煤炭工业协会；国家能源局。

表 36

## 中国能源工业固定资产投资

单位：亿元

	2000	2010	2012	2013	2014	2015
全国总计	26221.8	243797.8	364854.1	435747.4	502004.9	551590.0
能源工业合计	2839.6	20899.3	25499.8	29008.9	31724.9	32474.2
煤炭开采洗选业	198.9	3888.1	5370.2	5212.6	4682.1	4007.8
石油天然气开采业	335.6	2716.8	3076.5	3820.6	4023.0	3424.9
石油加工、炼焦及核燃料加工业	94.8	2029.6	2500.5	3039.1	3239.8	2538.6
电力、热力生产与供应业	2130.3	11356.4	12947.9	14726.4	17538.2	20171.4
燃气生产与供应业	60.0	908.4	1604.7	2210.2	2241.8	2331.5

注：2000年为国有经济固定资产投资；2010~2015年为城镇固定资产投资。  
来源：国家统计局。



### 三、电力

表 37

世界发电量

单位：TWh

	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
中国	1356	2500.3	4207.2	4713.0	4987.6	5431.6	5794.5	5810.6
美国	3991	4257.4	4325.9	4302.9	4256.1	4267.1	4297.3	4301.6
印度	565	689.6	922.2	1006.2	1053.9	1053.9	1102.9	1148.1
日本	1082	1153.1	1145.3	1104.2	1101.5	1094.0	1061.2	866.3
俄罗斯	878	954.1	1036.8	1051.6	1066.4	1045.0	1064.1	1036.8
加拿大	599	614.9	629.9	609.8	610.2	629.9	608.2	629.9
德国	564	620.3	621.0	618.0	617.6	606.1	614.0	621.0
巴西	349	402.9	484.8	501.3	553.7	583.6	582.3	597.6
法国	541	575.4	573.2	564.3	560.5	553.8	555.7	573.2
世界	15380	18311.6	21325.1	22050.9	22504.3	23127.0	23867.0	24082.0

来源：BP Statistical Review of World Energy June 2016。

表 38

世界水力发电量

单位：TWh

国别	2005	2010	2012	2013	2014	2015
中国	397.0	722.2	872.1	920.3	1072.9	1126.4
加拿大	362.2	349.4	378.4	389.8	377.1	381.5
巴西	336.2	401.3	415.8	383.7	367.8	376.3
美国	273.1	261.8	278.1	270.6	260.0	252.6
俄罗斯	173.8	167.6	166.3	180.4	172.9	169.4
挪威	136.6	117.5	142.1	128.5	136.0	136.8
印度	96.8	110.0	115.3	131.1	130.2	123.6
日本	76.3	90.6	80.5	81.6	87.1	96.4
委内瑞拉	77.9	76.6	81.8	83.6	82.3	76.1
瑞典	72.8	66.4	78.3	61.2	64.2	74.4
法国	51.9	62.9	58.1	68.2	62.5	53.7
意大利	36.1	51.0	41.4	51.0	56.8	43.6
世界	2913.7	3441.2	3667.8	3791.0	3867.6	3928.8

来源：BP Statistical Review of World Energy, June 2016。

表 39

中国十大水电站

站名	河流	地点	装机容量/万 kW	2015 发电量/亿 kWh
三峡	长江	湖北	2240	865
溪洛渡	金沙江	四川/云南	1323	552
向家坝	金沙江	云南/四川	600	307
锦东	雅砻江	四川	480	232
糯扎渡	澜沧江	云南	585	206
龙滩	澜沧江	广西	490	184
葛洲坝	长江	湖北	272	178
锦西	雅砻江	四川	360	168
小湾	澜沧江	云南	420	145
二滩	雅砻江	四川	330	136

来源：中国电力企业联合会

表 40

中国发电装机容量和发电量

	1990	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015
年末发电设备容量/GW	137.89	319.32	517.18	966.41	1146.76	1257.68	1370.18	1508.28
其中：水电	36.05	79.35	117.39	216.06	249.47	280.44	304.86	319.37
火电	101.84	237.54	391.38	709.67	819.68	870.09	923.63	990.21
核电	—	2.10	6.96	10.82	12.57	14.66	20.08	26.08
风电		0.34	1.06	29.58	61.42	76.52	96.57	129.34
发电量/TWh	621.32	1386.5	2474.7	4207.2	4937.8	5397.59	5649.58	5810.58
其中：水电	126.35	243.1	401.0	722.2	860.9	911.64	1064.34	1126.42
火电	494.97	1107.9	2018.0	3331.9	3910.8	4235.87	4233.73	4242.04
核电	—	16.7	52.3	73.9	98.3	111.5	132.54	170.79
风电				50.1	103.0	138.3	156.30	186.30

注：1、2015 水电装机容量中，抽水蓄能 23.03GW；火电装机容量中，煤电 900.09GW，气电 66.03GW。

2、风电设备容量为联网数据，2015 年累计安装容量为 145.4GW。

来源：国家统计局；中国电力企业联合会。

表 41

中国 220kV 及以上输电线路长度

单位: km

电压等级/kV	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015
1000	—	—	1006	1006	1298	2122	2297
±800	—	—	3334	5466	6904	10132	10580
750	—	141	6685	7201	9825	10935	12704
500	25910	62866	135180	133276	140173	141265	140394
330	8524	13059	20338	21294	22640	23886	25314
220	122597	177617	277988	291642	304885	313655	318597

来源: 国家电网公司。

表 42

中国十大电力公司 (2015 年)

	装机容量/万 kW	发电量/亿 kWh
1、华能	16063	6040
2、华电	13471	4838
3、国电	13500	4837
4、大唐	12717	4788
5、中电投	10740	3805
6、神华	7851	3172
7、三峡	5263	1981
8、华润	4044	1641
9、中广核	2677	1177
10、粤电	2909	1152

来源: 中国电力企业联合会。

表 43

中国电力工业主要指标

	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015
供电煤耗/gce/kWh	392	370	333	325	321	319	315
发电煤耗/gce/kWh	363	343	312	305	302	300	297
厂用电率/%	6.28	5.87	5.43	5.10	5.05	4.83	5.09
其中: 火电	7.31	6.80	6.33	6.08	6.01	5.84	6.04
线路损失率/%	7.70	7.21	6.53	6.74	6.68	6.64	6.64
发电设备利用小时	4517	5425	4650	4579	4521	4318	3988
其中: 水电	3258	3664	3404	3591	3359	3669	3590
火电	4848	5865	5031	4982	5021	4739	4364

来源: 同上表。

## 四、新能源和可再生能源

表 44

中国可再生能源资源

水能		装机容量/GW	年发电量/TWh	
	理论蕴藏量	694.40	6082.9	
	技术可开发资源量	541.64	2474.0	
	经济可开发资源量	401.80	1753.4	
	小水电 (<50MW) 可开发资源量	128.03	535.0	
生物质能		可获得量	能源可利用量	
	农作物秸秆	546Mt	138Mt	69Mtce
	林木剩余物	125Mt	125Mt	63Mtce
	禽畜粪便	239Mt	239Mt	107Mtce
	工业有机垃圾	500 亿 m <sup>3</sup> 沼气	500 亿 m <sup>3</sup> 沼气	39Mtce
	城市有机垃圾	150Mt	150Mt	2Mtce
太阳能		资源量	可利用量	
		17000 亿 tce	2200GW/a	
风能	陆地	潜在开发量/GW	技术可开发量/GW	
	离地面高度/m			
	50	2560	2050	
	70	3050	2570	
	100	3920	3370	
	近海	风功率密度>400W/m <sup>2</sup>	>300W/m <sup>2</sup>	
	离岸 50km 以内	230	380	
	20km 以内	70	140	
水深 5~25m	90	190		
地热能	中低温地热资源量	2210Mtce		
	可采地热资源量	282Mtce		
	地热流体可采量	372Mm <sup>3</sup> /a		
	全国 31 个省会城市浅层地热能开发利用量	467Mtce		
	海洋能	近海蕴藏量/GW	1495	
	其中			
	潮汐能	22		
	波浪能	13		
	潮流能	14		
	盐差能	125		
	温差能	1321		

来源：国家能源局，国家可再生能源中心，中国可再生能源学会，中国循环经济协会，2015 可再生能源数据手册。

表 45

中国可再生能源开发利用量

	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015
水电/GW	79.4	117.4	213.4	248.9	280.0	301.8	319.4
TWh	243.1	397.0	722.2	860.9	911.6	1064.3	1126.4
Mtce	88.2	136.2	225.3	262.6	276.2	319.3	335.6
其中：小水电/GW	24.8	38.5	59.0	65.0	68.0	70.0	75.0
TWh	80.0	120.9	202.3	217.3	227.3	233.7	240.0
Mtce	29.0	41.5	63.1	66.3	68.9	70.1	71.5
太阳能/ Mtce	3.1	9.6	22.6	32.5	44.5	55.6	62.5
光伏发电/万 kW	1.8	7.0	122.0	492.0	1745.0	2805.0	4318.0
亿 kWh	0.19	0.74	12.9	52.5	238.8	250.0	392.0
Mtce	0.01	0.03	0.40	1.60	7.24	7.50	9.48
热水器/万 m <sup>2</sup>	2600	8000	18500	25770	31000	41400	44200
Mtce	3.1	9.6	22.2	30.9	37.2	48.1	53.0
风力发电/GW	0.34	1.22	4478	75.32	91.41	114.61	145.4
TWh	0.5	2.0	72.2	124.3	159.8	200.3	251.2
Mtce	0.2	0.7	22.5	37.9	48.4	60.1	94.9
农村沼气/亿 m <sup>3</sup>	23	86	145	156	158	160	168
Mtce	1.6	6.1	10.4	11.1	11.3	11.4	12.0
生物质和垃圾发电/GW	0.8	2.0	6.7	8.7	9.0	9.8	16.0
TWh	3.5	8.7	29.0	38.0	38.3	41.9	68.9
Mtce	1.3	3.0	9.0	11.6	11.6	12.6	20.4
地热利用/Mtce	0.7	1.2	6.7	9.7	14.4	17.6	24.1
总计	86.3	197.8	284.3	351.3	409.1	476.6	529.5

注：1、小水电是装机容量小于 50MW 的水电站。

2、光伏发电利用小时 2015 年为 1133，风电 1728。

3、太阳能热水器提供的能源为 120kgce/m<sup>2</sup>/a。

4、2015 年，风电并网装机容量 129.3GW。

5、地热利用为地源热泵和地热采暖，每个采暖季提供的能源分别为 25kgce/m<sup>2</sup>和 28kgce/m<sup>2</sup>。

6、可再生能源发电按当年火电煤耗折算标准煤，2000、2005、2010、2012、2013、2014、2015 年发电煤耗（gce/kWh）分别为 363、343、312、305、302、300 和 197。

来源：国家统计局；2015 中国能源统计年鉴；国家发展改革委；国家能源局；水利部；农业部；住房和城乡建设部；国土资源部；中国电力企业联合会；中国太阳能学会；中国农村能源行业协会；中国资源综合利用协会；中国风能协会；国家地热能中心；清华大学建筑节能研究中心。

表 46

中国用于建筑的可再生能源

	2010		2013		2014		2015	
	实物量/Mt	标准煤量/Mtce	实物量/Mt	标准煤量/Mtce	实物量/Mt	标准煤量/Mtce	实物量/Mt	标准煤量/Mtce
生物质能	薪柴 133	140		105		103	薪柴 107	100
直接燃烧	秸秆 136						秸秆 82	
新能源								
太阳能热水器	18500 万 m <sup>2</sup>	22.2	31000 万 m <sup>2</sup>	36.9	41400 万 m <sup>2</sup>	48.1	44200 万 m <sup>2</sup>	53.0
光伏发电	320GWh	0.1	578GWh	0.6	675GWh	0.7	687GWh	0.8
地源热泵	22700 万 m <sup>2</sup>	5.7	33000 万 m <sup>2</sup>	8.3	36000 万 m <sup>2</sup>	9.0	41000 万 m <sup>2</sup>	10.3
地热采暖	3500 万 m <sup>2</sup>	1.0	22000 万 m <sup>2</sup>	6.1	31000 万 m <sup>2</sup>	8.6	49400 万 m <sup>2</sup>	13.8
农村沼气	145 亿 m <sup>3</sup>	10.4	158 亿 m <sup>3</sup>	11.3	160 亿 m <sup>3</sup>	11.4	168 亿 m <sup>3</sup>	12.0
合计		39.4		63.2		77.8		89.9
总计		179.4		168.2		180.8		189.9

注：1、生物质能直接燃烧包括秸秆和薪柴。

2、太阳能热水器、地热采暖和地源热泵提供的能源分别为 120kgce/m<sup>2</sup>/a、28kgce/m<sup>2</sup>/采暖季和 25kgce/m<sup>2</sup>/采暖季。

3、发电量按当年火力发电煤耗折算标准煤。

来源：国家统计局；国家发展改革委；国家能源局；农业部科技教育司；农业部规划设计研究院；清华大学建筑节能研究中心；广东省科学院；住房和城乡建设部；中国农村能源行业协会太阳能热利用专业委员会；中国农村能源行业协会节能炉具专业委员会；中国太阳能协会；国土资源部；国家地热能中心；中国能源研究会地热专业委员会。

表 47

中国可再生能源投资

	新增量		单位投资	投资金额/亿元	
	2014	2015		2014	2015
水电	2180 万 kW	1760 万 kW	5410 元/kW	1179	952
风电	2320 万 kW	3079 万 kW	8619 元/kW	1997	2653
光伏发电	1060 万 kW	1513 万 kW	10243 元/kW	1086	1550
生物质发电	3 万 kW	588 万 kW	10140 元/kW	6	596
垃圾发电	110 万 kW	35 万 kW	17763 元/kW	116	62
农村沼气	250 万户	250 万户	4000 元/户	100	100
太阳能热水器	10400 万 m <sup>2</sup>	2800 万 m <sup>2</sup>	1300 元/ m <sup>2</sup>	1352	364
地热采暖	9000 万 m <sup>2</sup>	18400 万 m <sup>2</sup>	100 元/ m <sup>2</sup>	90	184
地源热泵	3000 万 m <sup>2</sup>	5000 万 m <sup>2</sup>	300 元/ m <sup>2</sup>	90	150
				6016	6611

注：可再生能源发电每 kW 投资为 2014 年全国平均值，农村沼气、太阳能热水器、地热采暖造价为 2015 年。

来源：国家发展改革委；住房和城乡建设部；农业部；国土资源部；中国电力企业联合会；中国水利工程发电学会；中国太阳能协会；中国农村能源行业协会；中国循环经济协会发电分会；国家地热能中心；中国地质科学院水文地质环境地质研究所；中国能源研究会地热专业委员会。电力建设单位投资，国家能源局，国家可再生能源中心等，2015 可再生能源数据手册。地热供暖造价，中国地质大学，许巍，郭明晶，2016-03-18。地源热泵采暖造价，中国能源报，2014-03-10

表 48

世界可再生能源开发利用量

	2000	2010	2012	2013	2014	2015	2015 世界之最
一次能源消费量 /Mtce	12942.1	17301.1	17980.1	18295.9	18440.6	18781.9	中国 4300
可再生能源							
水电/TWh	2653.7	3441.2	3667.8	3791.0	3867.6	3928.7	中国 1126.4
生物质和垃圾发电/GW	—	63.2	73.5	79.3	87.1	96.3	美国 13.7
地热发电/MW	7974	11055	11446	12546	13500	16500	美国 3525
风力发电/GW	17.4	197.0	283.0	318.1	369.5	432.4	中国 145.1
光伏电池产量 /GW	0.3	27.4	33.0	40.3	45.3	60.0	中国 43.2

注：生物质能为直接燃烧消费量。

来源：中国国家统计局；BP Statistical Review of World Energy, June 2016; IEA, Coal Information 2014; OECD/IEA, Energy Balances of OECD Countries; OECD/IEA. Energy Balances of Non-OECD Countries; Earth Policy Institute; 全球风能理事会; World Watch Institute; 中国太阳能协会; Solar buzz; Emerging Energy Association; REN, 2016-06-04。

表 49

部分国家可再生能源供应量 (2014 年)

	年末风电累计装机容量/MW	年末光伏累计装机容量/MW	年末地热累计装机容量/MW	生物燃料产量/ktce
美国	66146	18280	3525	30056
巴西	6228	-	-	16656
英国	12809	5228	-	482
德国	40500	38200	27	2684
法国	9143	5660	17	2269
意大利	8556	18460	916	432
西班牙	22987	5358	-	938
中国	114609	28199	27	2083
日本	2840	23300	539	-
菲律宾	-	-	1917	-
印度	22465	3062	-	320
印尼	-	-	1401	2444
世界	372961	180396	12596	70792

注：生物燃料包括燃料乙醇和生物柴油。

来源：BP Statistical Review of World Energy。

表 50

世界非水电可再生能源发电量

单位：Mtoe

	2005	2010	2012	2013	2014	2015
美国	20.6	38.9	50.6	58.6	65.0	71.7
中国	1.1	13.1	33.8	46.1	53.1	62.7
德国	9.6	18.9	27.5	29.3	31.7	40.0
西班牙	5.6	12.5	15.0	16.3	16.0	15.4
巴西	4.2	7.3	10.1	11.9	15.4	16.3
意大利	3.1	5.8	11.4	13.4	14.8	14.7
印度	2.3	7.6	11.0	12.5	13.9	15.5
英国	2.7	5.0	8.1	11.1	13.2	17.4
日本	6.5	7.2	8.2	9.5	11.6	14.5
法国	1.1	3.4	5.5	5.9	6.5	7.9
欧盟	34.1	68.5	97.7	109.7	118.7	136.0
OECD	69.1	128.1	173.4	196.3	215.9	246.3
世界	84.6	168.0	242.9	283.0	316.9	364.9

注：1、可再生能源发电包括风电、地热、太阳能、生物质和垃圾发电。

2、按火电站转换效率 38%折算热当量。

3、1Mtoe=4400GWh。

来源：同上表。



表 51

## 世界可燃生物质和垃圾消费量

单位: Mtoe

	1990	2000	2005	2010	2012	2013
中国	200	204	205	213	215	216
印度	133	150	160	177	185	188
美国	62.3	73.2	75.8	89.3	88.6	97.4
巴西	48.6	49.3	63.3	81.6	78.1	81.2
印尼	43.5	49.1	50.4	52.2	53.8	54.9
德国	4.8	7.9	14.6	25.6	27.1	27.6
泰国	14.7	14.6	17.2	22.6	23.4	24.7
越南	12.5	14.2	14.8	14.7	15.0	15.2
法国	11.0	10.8	11.8	15.5	15.3	16.4
加拿大	8.2	11.7	12.1	12.0	12.1	13.2
日本	5.0	5.9	6.8	9.7	10.3	11.1
墨西哥	8.6	8.9	8.9	8.4	8.4	9.1
俄罗斯	12.2	6.9	6.9	6.9	7.4	7.2
菲律宾	11.3	8.1	7.2	6.9	7.8	8.2
非洲	19.5	256	292	328	350	358
OECD	147	183	205	264	276	293
欧盟	46	66	85	126	137	140
世界	909	1029	1128	1288	1340	1377

来源: IEA, Energy Balances of OECD Countries; Energy Balances of Non-OECD Countries。

表 52

## 世界生物燃料产量

单位: 1000toe

	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015
美国	2991	7478	25568	27360	28462	30056	30983
巴西	5212	7835	15575	13547	15783	16656	17636
阿根廷	9	9	1790	2468	1970	2577	1961
欧盟	744	3133	11141	10841	11197	11606	13618
中国	—	622	1479	1931	2016	2083	2430
印尼	—	9	718	1388	1740	2444	1344
OECD	3841	10779	37928	39376	40967	43034	46026
世界	9177	19701	59465	61658	67260	74208	74847

注: 生物燃料包括生物乙醇和生物柴油。

来源: BP Statistical Review of World Energy, June 2016。

## 五、能源消费

表 53

世界一次能源消费量及结构（2015 年）

	一次能源消费量 Mtoe	消费结构/%					
		石油	天然气	煤	核电	水电	可再生 能源
中国	3014.0	18.6	5.9	63.7	1.3	8.4	2.1
美国	2280.6	37.3	31.3	17.4	8.3	2.5	3.1
印度	700.5	27.9	6.5	58.1	1.2	4.0	2.2
俄罗斯	666.8	21.4	52.8	13.3	6.6	5.8	-
日本	448.5	42.3	22.8	26.6	0.2	4.9	3.2
加拿大	339.9	32.5	27.9	5.8	6.9	25.5	2.1
德国	320.6	34.4	21.0	24.4	6.4	1.4	12.4
巴西	292.8	41.9	12.6	5.9	1.1	27.9	5.6
韩国	276.9	41.1	14.1	30.5	13.4	0.3	0.6
伊朗	267.2	33.3	64.4	0.4	0.3	1.5	-
沙特阿拉伯	264.0	63.7	36.3	-	-	-	-
法国	239.0	31.8	14.7	3.6	41.4	5.1	3.3
印度尼西亚	195.6	37.6	18.3	41.1	-	1.8	1.2
英国	191.1	37.5	32.1	12.2	8.3	0.7	9.1
墨西哥	185.0	45.6	40.5	6.9	1.4	3.7	1.9
意大利	151.6	39.1	36.5	8.2	-	6.5	9.7
西班牙	134.4	45.0	18.5	10.7	9.6	4.7	11.5
澳大利亚	131.4	35.2	23.5	35.5	-	2.4	3.4
南非	124.2	25.0	3.6	68.4	1.9	0.2	0.8
欧盟	1631.0	36.8	22.2	16.1	11.9	4.7	8.3
OECD	5503.1	37.4	26.5	17.8	8.1	5.7	4.5
世界	13147.3	32.9	23.9	29.2	4.4	6.8	2.8

注：1、可再生能源是用于发电的风能、地热、太阳能、生物质和垃圾。

2、水电和可再生能源按火电站转换效率 38%换算热当量。

来源：BP Statistical Review of World Energy, June 2016。

表 54

## 部分国家和地区能源、石油消费增长率

单位：%

	一次能源						石油					
	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2005	2010	2012	2013	2014	2015
中国	13.5	7.3	3.9	3.7	2.1	0.9	2.8	12.8	4.8	4.5	3.7	5.6
美国	0.1	3.4	-2.5	2.6	1.2	0.9	0.3	1.7	-2.0	1.7	0.5	1.6
欧盟	-2.7	3.7	-0.8	-0.6	-3.9	1.6	0.8	-1.2	-4.3	-2.2	-1.5	1.5
日本	1.0	6.0	-0.6	-0.8	-0.3	-1.2	1.6	0.9	6.6	-4.1	-5.2	-3.9
俄罗斯	0.1	4.0	-0.3	0	-1.2	-3.3	-0.5	4.8	2.8	2.8	0.9	-5.2
印度	2.4	5.7	5.4	3.8	7.6	5.2	-0.5	1.8	5.3	0.9	3.0	8.1
OECD	0.8	3.6	-0.9	0.9	-0.9	0.1	0.7	0.8	-1.1	-0.6	-1.2	1.1
世界	3.0	5.6	2.1	2.0	0.9	1.0	1.3	3.0	1.2	1.1	0.8	1.9

来源：BP Statistical Review of World Energy; 中国国家统计局。

表 55

中国一次能源消费量及结构

年份	能源消费总量/万 tce	构成 (能源消费总量=100)			
		煤炭	石油	天然气	水电、核电、风电
1978	57144	70.7	22.7	3.2	3.4
1980	60275	72.2	20.7	3.1	4.0
1985	76682	75.8	17.1	2.2	4.9
1990	98703	76.2	16.6	2.1	5.1
1991	103783	76.1	17.1	2.0	4.8
1992	109170	75.7	17.5	1.9	4.9
1993	115993	74.7	18.2	1.9	5.2
1994	122737	75.0	17.4	1.9	5.7
1995	131176	74.6	17.5	1.8	6.1
1996	135192	73.5	18.7	1.8	6.0
1997	135909	71.4	20.4	1.8	6.4
1998	136184	70.9	20.8	1.8	6.5
1999	140569	70.6	21.5	2.0	5.9
2000	146946	68.5	22.0	2.2	7.3
2001	155547	68.0	21.2	2.4	8.4
2002	169577	68.5	21.0	2.3	8.2
2003	197083	70.2	20.1	2.3	7.4
2004	230281	70.2	19.9	2.3	7.6
2005	261369	72.4	17.8	2.4	7.4
2006	286467	72.4	17.5	2.7	7.4
2007	311442	72.5	17.0	3.0	7.5
2008	320611	71.5	16.7	3.4	8.4
2009	336126	71.6	16.4	3.5	8.5
2010	360648	69.2	17.4	4.0	9.4
2011	387043	70.2	16.8	4.6	8.4
2012	402138	68.5	17.0	4.8	9.7
2013	416913	67.4	17.1	5.3	10.2
2014	425806	65.6	17.4	5.7	11.3
2015	430000	64.0	18.1	5.9	12.0

来源：国家统计局。

表 56

中国分部门终端能源消费量及结构

	2000		2010		2012		2013		2014	
	Mtce	%	Mtce	%	Mtce	%	Mtce	%	Mtce	%
农业	40.2	4.6	78.7	3.2	90.4	3.4	95.5	3.4	97.4	3.3
工业	525.8	60.3	1610.9	67.5	1748.3	65.8	1808.1	65.0	1820.6	62.2
交通运输	134.8	15.5	330.2	13.3	393.5	14.8	424.0	15.2	479.7	16.4
建筑	170.9	19.6	368.0	15.4	426.7	16.0	454.0	16.4	528.9	18.1
合计	871.7	100.0	2387.8	100.0	2658.9	100.0	2781.6	100.0	2926.6	100.0

注：本表以中国能源平衡表为基础，按国际通行的能源平衡定义和计算方法计算得出。电力按电热当量折标准煤（Net Calorific Value for coal inputs to power generation）。终端能源消费量等于一次能源消费量扣除加工、转换和储运（中间环节）损失和能源工业消耗的能源。中间环节损失包括火力发电、输电、铁路运煤、选煤、炼焦和炼油损失，2013年占一次能源消费量的25.4%。能源工业用能源，将煤炭开采和洗选业、石油和天然气开采业、石油加工、炼焦和核燃料加工业、电力热力生产和供应业、燃气生产和供应业的能源消费量相加，扣除95%的汽油和35%的柴油计算得出，2013年占一次能源消费量的7.2%。中国能源平衡表的终端能源消费量未扣除能源工业用能源。

在中国能源平衡表的分部门终端能源消费量中，农用柴油、民用煤和交通运输汽、柴油消费量严重偏低。2013年，中国能源平衡表中的农用柴油消费量为13.36Mt，中国石油和化学工业联合会、中国农村能源行业协会的调查统计均为34.0Mt，为前者的2.5倍。2013年，中国能源平衡表中的生活用煤为92.9Mt，据中国农村能源行业协会、农业部科技教育司、清华大学建筑节能研究中心的调查统计，约为230Mt，为前者的2.5倍。

中国能源平衡表中，交通运输只统计本行业营运车辆用油，不计其他部门和私人车辆用油。2013年，其他部门和私人车辆用汽油占交通运输用汽油的52%。为测算中国交通运输实际能源消费量，世界银行经过调研，推出以下经验公式：中国能源平衡表中，工业和建筑业、商业（批发零售业和住宿餐饮业）、其他行业（包括金融，房地产、商务及居民服务业，地质勘查业，信息传输、计算机服务和软件业，仓储和邮政业，科学研究和技术服务业，教育、文化、体育和娱乐业，水利管理业，环境和公共设施管理业，卫生、社会保障和社会福利业，公共管理和社会组织，国际组织）消费的95%的汽油、35%的柴油，计入交通运输；农业消费的100%的汽油，居民生活消费的100%的汽油、95%的柴油，计入交通运输。

表 57

世界化石燃料消费量

煤炭/Mtoe			石油/Mt			天然气/亿 m <sup>3</sup>		
	2015	2014		2015	2014		2015	2014
中国	1920.4	1962.4	美国	851.6	836.1	美国	7780	7594
美国	396.3	453.4	中国	559.1	520.3	俄罗斯	3915	4092
印度	407.2	360.2	印度	195.5	180.7	中国	1931	1869
日本	119.4	126.5	日本	189.6	196.8	伊朗	1912	1702
俄罗斯	88.7	85.2	俄罗斯	143.0	148.1	日本	1134	1125
南非	85.0	89.4	沙特阿拉伯	168.1	142.0	沙特阿拉伯	1064	1082
韩国	84.5	84.8	巴西	137.3	142.5	加拿大	1025	1042
德国	78.3	77.4	韩国	113.7	108.0	墨西哥	832	858
波兰	49.8	52.9	德国	110.2	111.5	德国	746	709
澳大利亚	46.6	43.8	加拿大	100.3	103.0	阿联酋	691	693
世界	3839.9	3881.8	伊朗	88.9	93.2	英国	683	667
			墨西哥	84.3	85.2	意大利	614	568
			法国	76.1	76.9	泰国	529	527
			英国	71.6	69.3	印度	506	506
			新加坡	69.5	66.2	世界	34686	33930
			西班牙	60.5	59.5			
			世界	4331.3	4211.1			

来源：BP Statistical Review of world Energy, June 2016。

表 58

部分国家分部门终端能源消费量及结构（2013 年）

	总消费量 /Mtoe	分部门消费量/Mtoe			
		工业	运输	民用/商业/农业	非能源用途
中国	1814	878(48.4)	245(13.5)	548(30.2)	143(7.9)
美国	1495	261(17.4)	608(40.7)	507(33.9)	119(8.0)
欧盟	1139	258(22.7)	303(26.6)	478(42.0)	99.8(8.7)
日本	311	82(26.4)	73(23.5)	118(37.9)	38(12.2)
俄罗斯	435	124(28.5)	93.5(21.5)	148(34.0)	69.3(16.0)
印度	528	179(33.9)	74.8(14.1)	238(45.1)	36.4(6.9)
OECD	3646	795(21.8)	1194(32.7)	1312(36.0)	345(9.5)
世界总计	9173	2623(28.6)	2552(27.8)	3199(34.9)	799(8.7)

注：括弧内为所占比重

来源：IEA, Energy Balances of OECD Countries; Energy Balances of Non-OECD Countries。

表 59

部分国家和地区分品种油品消费量（2015 年）

单位：千桶/日

	总计	轻馏份油	中馏份油	燃料油	其他
美国	19396	9395	5627	259	4115
中国	11968	3616	4255	633	3463
欧盟	12712	2641	6876	796	2399
日本	4150	1614	1282	410	815
世界总计	95008	30840	34559	7971	21638

注：轻馏份油包括车用和航空汽油、原料用油，中馏份油包括喷气和采暖用煤油、柴油，燃料油包括直接用作燃料的原油，其他包括炼厂气、LPG、溶剂、润滑油、石油焦、石蜡等炼制产品以及炼厂用燃料和损失。

来源：BP Statistical Review of World Energy, June 2016。

表 60

中国分品种石油制品消费量

单位：Mt

	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015
汽油	35.05	48.53	68.56	81.41	93.66	105.35	115.99
柴油	67.74	109.73	146.99	169.66	171.51	171.65	174.07
煤油	8.70	10.77	17.65	19.57	21.65	23.35	27.90
燃料油	38.73	42.42	37.58	36.83	39.54	33.84	29.20

来源：国家统计局；中国石油和化学工业联合会；中国石油集团经济技术研究院。

表 61

中国天然气消费量及结构

	2010		2012		2013		2014		2015	
	亿 m <sup>3</sup>	%	亿 m <sup>3</sup>	%	亿 m <sup>3</sup>	%	亿 m <sup>3</sup>	%	亿 m <sup>3</sup>	%
发电	192.4	17.9	260	17.6	302	18.0	352	18.8	395	20.5
化工	187.3	17.4	212	14.4	218	13.0	264	14.1	245	12.7
工业	381.3	35.4	425	28.8	469	28.0	480	25.7	454	23.5
交通	79.7	7.4	136	9.2	188	11.2	224	12.0	243	12.6
建筑	235.1	21.9	442	29.9	499	29.8	549	29.4	594	30.7
合计	1075.8	100.0	1476	100.0	1676	100.0	1869	100.0	1931	100.0

来源：国家统计局；用气行业。

表 62

中国四大煤炭用户煤炭消费量

单位：Mt

	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
火电	574	1126	1757	2006	1974	2029	1960	1839
钢铁	151	319	458	589	594	629	620	596
建材	239	343	504	548	542	576	570	525
化工	88	129	161	177	192	209	230	249
煤炭总消费量	1411	2434	3490	3890	4117	4244	4121	3969

注：火电用煤包括电厂供热。

来源：中国煤炭运销协会；中国煤炭工业协会；中国电力企业联合会；国家统计局。

表 63

中国耗煤设备煤炭消费量（2014 年）

	设备煤耗	煤炭消费量/Mt
火力发电	7162 台机组，89723 万 kW，发电煤耗 300 gce/kWh	1870.0
电厂供热	318362 万吉焦	224.0
工业锅炉	燃煤工业锅炉，46 万台，容量 300 万 MW	730.0
工业窑炉		
炼焦	煤耗 154kg/t，产量 487.9Mt	75.1
高炉喷煤	煤耗 146kg/t 铁，生铁产量 711.6Mt	104.0
建材		
水泥	煤耗 112kg/t，产量 2492Mt	451.5
墙体材料	煤耗 636kg/万块标准砖，产量 11980 亿块标准砖	279.1
建筑陶瓷	煤耗 5kg/m <sup>2</sup> ，产量 102 亿 m <sup>2</sup>	76.2
建筑石灰	煤耗 210kg/t，产量 215Mt	45.2
化工		202.5
煤制成氨	煤耗 1876kg/t，产量 43.1Mt	81.0
煤制甲醇	煤耗 2.0t/t，产量 24.3Mt	48.6
煤制电石	煤耗 1.34t/t，产量 25.48Mt	34.1
煤制油	煤耗 5.4t/t 油，产量 1.2Mt	6.5
煤制天然气	煤耗 300 m <sup>3</sup> /t 煤，产量 9.7 亿 m <sup>3</sup>	32.3
民用炉灶		300.0
合计		3957.1
煤炭总消费量		4121.0

来源：国家统计局；国家发展改革委；国家能源局；中国电力企业联合会；中国工业锅炉网；中国电器工业协会锅炉分会；中国焦化行业协会；中国钢铁工业协会；中国建筑材料工业协会；中国水泥协会；中国瓦砖工业协会；中国建筑陶瓷工业协会；中国石灰协会；中国石油和化学工业联合会；中国电石工业协会；环境保护部，《民用煤大气污染物排放清单编制指南（试行）》征求意见稿，20160324。



表 64

部分国家和地区电力占终端能源消费比重

单位：%

	1990	2000	2005	2010	2011	2012	2013
中国	5.9	10.9	14.7	19.4	20.3	20.9	21.3
美国	17.5	19.5	20.4	21.5	21.7	22.3	21.8
日本	21.5	23.6	24.3	26.7	25.8	26.1	26.2
德国	16.2	18.0	18.8	19.8	20.7	20.5	19.8
英国	17.1	18.8	20.2	20.6	21.9	21.3	21.1
法国	18.2	20.3	21.5	23.5	23.7	24.1	24.1
意大利	16.1	18.2	18.7	19.8	20.5	20.3	20.4
加拿大	22.6	21.8	21.7	21.8	21.5	21.6	21.0
澳大利亚	16.7	21.4	22.5	23.6	23.3	22.7	21.9
俄罗斯	11.4	12.5	13.6	14.0	13.7	14.2	14.7
墨西哥	10.2	14.2	15.3	15.7	16.7	16.9	17.6
韩国	12.5	17.8	21.9	24.5	25.1	24.9	25.0
印度	7.6	7.7	11.5	13.2	14.0	18.4	19.3
欧盟	16.5	18.6	19.4	20.3	20.9	21.1	20.9
OECD	17.7	19.7	20.6	21.9	22.1	22.4	22.1
世界	13.3	15.4	16.4	17.6	17.9	18.1	18.3

来源：The Institute of Energy Economics, Japan, Handbook of Energy and Economic Statistics, 2016。

表 65

中国分地区人均用电量和人均生活用电量

地区	人均用电量/kWh		其中：人均生活用电量/kWh	
	2014	2015	2014	2015
全国	4078	4142	508	530
北京	4392	4388	793	805
天津	5315	5157	523	564
河北	4504	4277	477	501
山西	5009	4741	421	436
内蒙古	9661	10127	482	510
辽宁	4644	4530	488	525
吉林	2427	2368	369	388
黑龙江	2242	2280	427	440
上海	5656	5820	718	768
江苏	6305	6413	625	663
浙江	6372	6416	765	801
安徽	2617	2669	387	409
福建	4897	4824	910	899
江西	2247	2381	373	404
山东	4327	5197	482	511
河南	3098	3038	411	389
湖北	2852	2845	451	477
湖南	2131	3134	446	484
广东	4900	4895	759	780
广西	2762	2782	509	523
海南	2802	2990	489	546
重庆	2910	2901	458	459
四川	2480	2429	399	415
贵州	3349	3226	546	560
云南	3254	3034	434	458
西藏	1079	1251	220	232
陕西	3252	3221	471	495
甘肃	4235	4226	283	295
青海	12458	11190	371	390
宁夏	12899	13149	350	351
新疆	8331	9154	321	340

来源：中国电力企业联合会。

表 66

## 中国分部门终端用电量

单位：TWh

	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015
全社会终端用电量	1158.49	2168.57	3663.93	4345.83	4693.69	4883.10 (100.0)	5008.40 (100.0)
农业	70.89	87.64	97.65	100.25	102.69	101.34 (2.1)	103.98 (2.1)
工业	791.35	1546.10	2609.05	3053.51	3150.19	3276.83 (67.1)	3459.27 (69.1)
交通运输	19.60	43.03	62.92	91.42	100.09	92.58 (1.9)	97.20 (1.9)
民用	167.18	282.48	509.40	622.77	678.92	693.61 (14.2)	728.52 (14.5)
商业	40.17	75.23	129.20	169.29	187.69	199.56 (4.1)	212.20 (4.2)
其他	69.28	134.09	255.71	308.60	474.15	519.18 (10.1)	407.23 (8.1)

注：1、终端用电量=发电量－（厂用电量+线路损失量）。

2、工业包括建筑业。

来源：中国电力企业联合会；国家统计局。

表 67

## 中国制造业能源消费量（2015年）

	单位产品能耗	2015年产量	2015年能源消费量/Mtce
钢铁	899 kgce/t	803.8 Mt	722.6
电解铝	13562 kWh/t	31.41 Mt	126.0
铜冶炼	372 kgce/t	7.96 Mt	3.0
水泥	137 kgce/t	2359 Mt	323.3
建筑陶瓷	7.0 kgce/m <sup>2</sup>	101.8 亿 m <sup>2</sup>	71.3
墙体材料	444 kgce/万块标准砖	10958 亿块标准砖	48.7
平板玻璃	14.7 kgce/重量箱	7.39 亿重量箱	10.9
炼焦	122 kgce/t	448.2 Mt	54.7
炼油	96 kgce/t	522 Mt（加工量）	50.1
乙烯	854 kgce/t	17.15 Mt	14.6
合成氨	1495 kgce/t	57.91 Mt	86.6
烧碱	897 kgce/t	30.21 Mt	27.2
电石	3303 kWh/t	23.79 Mt	24.4
纸和纸板	339 kgce/t	117.7 Mt	39.9
合计			1603.3
总计			2290.0

注：1、产品综合能耗为全行业。墙体材料为粘土实心砖和新型墙体材料加权平均值。

2、产品电耗按发电煤耗折标准煤。

3、表中6个行业14种产品能源消费量约占制造业能源消费量的70%。

来源：国家统计局；国家发展改革委；工业和信息化部；中国钢铁工业协会；中国有色金属工业协会；中国电力企业联合会；中国建材工业协会；中国石油和化学工业联合会；中国化工节能技术协会；中国陶瓷工业协会；中国电石工业协会；中国造纸协会。

表 68

## 中国各种运输线路长度

单位：万 km

	2000	2010	2012	2013	2014	2015
铁路营业里程	6.87	9.12	9.76	10.31	11.18	12.10
公路里程	140.3	400.8	423.8	435.62	446.39	457.73
其中：高速公路	1.63	7.41	9.62	10.44	11.19	12.35
内河航运里程	11.93	12.42	12.50	12.59	12.63	12.70
民用航空航线里程	150.3	276.5	328.0	410.6	463.7	531.7
输油气管道里程	2.47	7.85	9.16	9.85	10.57	10.87

来源：国家统计局，中国统计年鉴 2016。

表 69

## 中国各种运输方式运量、周转量和交通工具拥有量

	2000	2010	2012	2013	2014	2015
<b>运量</b>						
客运/亿人	147.9	327.0	380.4	212.3	220.9	194.3
铁路	10.5	16.8	18.9	21.1	23.6	25.3
公路	134.7	305.3	355.7	185.3	190.8	161.9
水路	1.9	2.2	2.6	2.4	2.6	2.7
民航	0.7	2.7	3.2	3.5	3.9	4.4
货运/亿 t	135.87	324.18	410.04	409.89	438.11	417.1
铁路	17.86	36.43	39.04	39.67	38.13	33.6
公路	103.88	244.81	318.85	307.66	333.28	315.0
水路	12.24	37.89	45.87	55.97	59.83	61.4
民航	0.002	0.0056	0.055	0.056	0.059	0.063
<b>周转量</b>						
客运/亿人-km	12261	27894	33383	27572	30096	30047
铁路	4533	8762	9812	10596	11605	11961
公路	6657	15021	18468	11251	12084	10473
水路	101	72	77	68	74	73
民航	971	4039	5026	5657	6333	7271
货运/亿 t-km	43321	141837	173771	168014	185398	177401
铁路	13770	27644	29187	29174	27530	23754
公路	6129	43390	59535	55738	61017	57956
水路	23734	68428	81708	79436	92775	91345
民航	50	179	164	170	186	207
民用汽车拥有量/万辆	1608.9	7801.8	10933.1	12670.1	14598.1	16295.1*
其中：私人载客车	365.1	4989.5	7637.9	9198.2	10945.4	12762.2
铁路机车拥有量/台	15253	19431	20797	20835	21096	21027
民用机动船拥有量/万艘	18.50	15.56	15.83	15.53	15.50	14.97
民用飞机拥有量/架	982	2405	3589	4004	4168	4554

注：\*不包括 955 万辆农用三轮汽车和低速货车。

来源：同上表。

表 70

中国交通运输能源消费量

	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
公路							
汽油/Mt	46.08	67.5	72.1	85.1	95.5	101.7	112.0
柴油/Mt	54.60	77.9	88.2	96.9	106.0	108.0	105.3
铁路							
柴油/Mt	5.61	6.72	6.85	6.94	6.81	6.58	6.25
电力/亿 kWh	198.1	307.0	354.4	394.3	428.4	478.0	507.7
水路							
柴油和燃料油/Mt	14.83	22.45	23.54	25.80	26.80	27.49	26.19
民航							
煤油/Mt	9.52	16.01	18.0	18.4	19.8	23.4	25.6

注：公路交通用油量未计车用替代燃料。2015年，车用替代燃料 2275 万 t，其中压缩天然气和液化天然气 1410 万 t，燃料乙醇 302 万 t，生物柴油 119 万 t，燃料甲醇 147 万 t，煤制油 132 万 t，电动汽车代油 165 万 t。

来源：国家统计局；国家发展改革委；国家铁路局；中国汽车工业协会；中国汽车技术研究中心；中石油经济技术研究院，2016 中石油经研院数据统计；龚金双，我国石油市场 2012 年回顾及 2013 年展望，《国际石油经济》，2013，No.1~2，70~76；金云，朱和，中国炼油工业发展状况与趋势，《国际石油经济》，2013，No.5，24~34；田明，中国船供油市场变化及发展建议，《国际石油经济》2013，No.1~2，155~161；中国电力企业联合会；陈剑铎，董珊珊，王梦茜，丁少恒，2013 年国内成品油市场分析及 2014 年供需预测，《国际石油经济》2014，No.3，82~92。

表 71

中国车用替代燃料消费量

单位：万 t

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
天然气	305	555	700	1302	1300	1410
燃料乙醇	182	182	200	167	216	302
生物柴油	1	5	50	17	88	119
燃料甲醇	220	50	45	33	150	147
煤制油	40	80	70	117	120	132
电动汽车	5	14	30	33	98	165
总计	753	886	1095	1670	1972	2275

注：天然气为压缩天然气和液化天然气，2015 年分别为 1354 万 t 和 56 万 t。1t 液化天然气等于 725m<sup>3</sup> 天然气，1t 液化石油气等于 800m<sup>3</sup> 天然气。

来源：陈剑铎等，2013 年国内成品油市场分析及 2014 年供需预测，《国际石油经济》，2014，No.3，82~92；丁少恒等，中国成品油市场 2010 年运行特点及 2011 年供需预测《国际石油经济》，2011，No.4，40~49；金云，朱和，中国炼油工业发展现状及“十三五”发展趋势，《国际石油经济》，2015，No.5，14~21；中国汽车工业协会；中国汽车技术研究中心；安迅思，2016-04-19。

表 72

## 中国房屋建筑面积

单位：亿 m<sup>2</sup>

	住宅			公共建筑	总计
	城镇	农村	合计		
2000	93	201	294	32	326
2010	144	230	374	79	453
2011	154	232	386	86	472
2012	174	235	409	93	502
2013	194	238	432	100	532
2014	213	241	454	107	561
2015	232	244	476	114	590

来源：国家统计局；清华大学建筑节能研究中心。

表 73

## 中国农业和农村能源指标

	2000	2010	2012	2013	2014	2015
农业机械总动力/万 kW	52574	92786	102559	103907	107600	111662
有效灌溉面积/万 ha	5382.0	6034.8	6303.6	6347.3	6454.0	6619.9
节水灌溉面积/万 ha	1640	2731	3122	2713	2902	3106
农用化学施用量/万 t	4145	5562	5839	5912	5996	6023
乡村办小水电站装机容量/万 kW	698.5	5924.0	6568.6	7119.0	7332.0	
农村用电量/亿 kWh	2421.3	6632.3	8104.9	8549.5	8884.4	9026.9

来源：国家统计局。

表 74

## 中国家用耗能器具和设备普及率

单位：台/百户

	2010		2012		2013		2014		2015		
	城镇	农村	城镇	农村	城镇	农村	城镇	农村	全国	城镇	农村
房间空调器	112.1	16.0	126.8	25.4	102.2	29.8	107.4	34.2	81.5	114.6	38.8
电冰箱	96.6	45.2	98.5	67.3	89.2	72.9	91.1	77.6	89.0	94.0	82.6
彩色电视机	137.4	111.8	136.1	116.9	118.6	112.9	122.0	115.6	119.9	122.3	116.9
抽油烟机		11.1		14.7	66.1	12.4	68.2	13.9	45.7	69.2	15.3
热水器	84.8		90.1	10	80.3	43.6	83.0	48.2	71.2	85.6	52.5
洗衣机	96.9	57.3	98.0	67.2	88.4	71.2	90.7	74.8	86.4	92.3	78.8
微波炉	59.0		62.2		50.6	14.1	52.6	14.7	36.9	53.8	15.0
家用电脑	71.2	10.4	87.0	21.4	71.5	20.0	76.2	23.5	55.5	78.5	25.7
移动电话	188.9	136.5	212.6	197.8	206.1	199.5	216.6	215.0	224.8	223.8	226.1
家用汽车	13.1		21.5		22.3	9.9	25.7	11.0	22.7	30.0	13.3

来源：国家统计局。

表 75

中国家用电器用电量 (2015 年)

	拥有量/亿台		用电量/亿 kWh	
	居民家庭	全社会	居民家庭	全社会
房间空调器	3.75	5.77	2025	3117
电冰箱	4.10	4.56	1197	1332
彩色电视机	5.52	6.14	1159	1860
电饭锅	5.04	5.04	491	491
电风扇	6.11	8.73	121	173
电热水器	1.70	1.88	808	864
抽油烟机	2.15	2.39	260	290
微波炉	1.70	1.88	77	85
洗衣机	3.97	4.42	159	177
合计			6297	8419

注：1、居民家庭拥有量按全国平均每百户拥有量计算。

2、居民家庭拥有量占全社会拥有量比例，电饭锅 100%，房间空调器 65%，电风扇 70%，其余电器 90%。

3、每台平均功率和年利用小时：房间空调器 1200W，450h；彩色电视机 120W，1050h；电饭锅 650W，150h；电风扇 55W，360h；电淋浴热水器 2500W，190 h；抽油烟机 220W，550 h；微波炉 750W，60 h；洗衣机 400W，100 h；电冰箱平均日耗电 0.8kWh。

来源：国家统计局；行业统计数据；家用电器平均功率和年利用小时，王庆一编著，2014 能源数据。

表 76

日本家用电器普及率

台/百户

	1990	2000	2003	2005	2010	2011	2012	2013	2014
房间空调器	114.0	207.6	245.3	255.3	259.9	268.0	264.3	275.8	274.7
电冰箱	126.5	121.4	125.6						
微波炉	75.6	95.3	96.5						
洗衣机	108.0	108.6							
干衣机	15.8	21.7	22.4						
彩色电视机	196.4	226.2	238.4	250.3	239.6	232.4	225.9	208.1	211.3
DVD	—	21.9	39.6	90.8	133.1	140.4	144.1	121.5	128.5
个人计算机	11.2	48.6	92.6	104.1	122.9	129.9	128.1	131.2	126.8

来源：The Institute of Energy Economics, Japan, Handbook of Energy and Economic Statistics, 2016。

表 77

美国居民家庭用电

	2010	2014	2015
全国人口/百万	309.6	319.2	322.0
居民户数/百万	113.8	114.8	115.4
住房面积/m <sup>2</sup> /户	153.6	156.6	157.4
户均终端能耗/kgce/户	3678	3667	3407
居民家庭用电/TWh			
照明	202.2	170.1	167.3
采暖	87.9	143.8	110.4
空调制冷	316.4	217.4	267.6
热水	131.9	150.5	150.5
冰箱	108.4	120.4	120.4
冷藏箱	23.4	26.8	26.8
彩色电视机和机顶盒	96.7	100.4	97.0
洗衣机	8.8	10.0	10.0
干衣机	55.7	66.9	70.2
烹调	32.2	36.8	36.8
洗碟机	29.3	30.1	30.1
个人电脑及相关设备	49.8	36.8	36.8
炉子风扇和锅炉循环泵	38.1	46.8	36.8
其他	296.6	448.2	441.5
合计	1450.4	1605.6	1598.9
人均家庭生活用电/kWh	4685	5032	4966

注：其他包括小电器、加热部件和其他电动机。

来源：DOE/EIA, Annual Energy Outlook 2012, 2016。

表 78

中国公共机构能源消费量

2000	61.18 Mtce
2005	104.84 Mtce
2010	150.51 Mtce
2011	168.43Mtce
2012	184.07 Mtce
2013	197.63 Mtce
2014	200.84 Mtce
其中：电力	3615 亿 kWh
汽油	17.38 Mt
农村居民生活用电	3003 亿 kWh
行政机关人均能耗和人均用电分别约为城市居民的 8 倍和 11 倍	

注：公共机构是指依靠政府财政资金运作的政府机关、事业单位、社会团体和公共事业单位。

来源：国家统计局；中国电力企业联合会；住房和城乡建设部。



中国的能源浪费十分严重。2015 年，直接和间接浪费的能源达 177.5 Mtce，城镇和农村住房超常空置累计浪费能源 637.2 Mtce。

## 1. 建筑

### 1.1 住房超常空置

中国是世界上住房浪费最严重的国家。

#### 1.1.1 城镇

国际通行的住房空置率警戒线为 5%~10%，美国空置率在 3%以下。

2015 年，我国城镇新增住房面积 28.4 亿  $m^2$ ，空置率达 26%（中国青年报）。住房合理空置率按 8% 计，超常空置率为 18%，空置面积 5.11 亿  $m^2$ 。

城镇新建 1  $m^2$  住房需用钢材 50 kg（凤凰财经，2015.12.16），水泥 220kg（刘志肇），墙体材料 180 块标准砖，铺地陶瓷砖 0.7  $m^2$ ，玻璃 0.2  $m^2$ （中国建筑玻璃与工业玻璃协会）。这些材料的产品能耗，2015 年分别为 900 kgce/t 钢，137 kgce/t 水泥，444 kgce/万块标准砖，7.0 kgce/ $m^2$  陶瓷砖，1.47 kgce/ $m^2$  平板玻璃。每平方米建筑的材料能耗为 93 kgce，加上建筑施工能耗 7.0 kgce/ $m^2$ （清华大学建筑节能研究中心，2012），共计 100 kgce/ $m^2$ 。

2015 年，全国城镇住房超常空置 5.11 亿  $m^2$ ，浪费能源 51.1Mtce。

2015 年，全国城镇住房保有量 232 亿  $m^2$ （国家统计局，清华大学建筑节能研究中心），超常空置率 18%，空置面积 41.76 亿  $m^2$ ，浪费能源 417.6 Mtce。

#### 1.1.2 农村

我国农村住房空置率很高。主要原因是农村大量青壮劳动力外出务工，导致普遍的空巢现象。其次是很多农村居民在新的宅基地建房，老房空置或废弃。据福建省农村房屋空置调查，5 年无人居住的房屋占住房总量的 27.5%（2015.12.10）。

2015 年，全国农村住房保有量为 244 亿  $m^2$ ，超常空置率约 20%，空置面积 48.8 亿  $m^2$ 。

农村新建住房所用材料，每平方米能耗 45 kgce。其中钢材 20 kg/ $m^2$ ，水泥 85 kg/ $m^2$ ，砖 100 块标准砖。施工能耗 7 kgce。

2015 年，全国农村住房累计空置面积 48.8 亿  $m^2$ ，浪费能源 219.6 Mtce。

### 1.2 商用建筑超常空置

商用建筑包括零售批发、餐饮、科研、教育、医疗、文化体育、娱乐等建筑。2015 年，全国商业建筑面积 3.6 亿  $m^2$ ，空置率 20%，其中写字楼 18%（21 世纪经济报导，2016-03-05）。超常空置率 12%，空置面积 0.43 亿  $m^2$ ，浪费能源 4.3Mtce。

### 1.3 城市大拆大建

2015 年，全国城市拆除短命建筑（25 年）4.6 亿  $m^2$ （中国建筑科学研究院）。浪费能源 46.0 Mtce。

### 1.4 建筑总计

2015 年，全国住宅和商用建筑超常空置、城市大拆大建浪费能源 101.4 Mtce。2015 年，城镇和农村住房超常空置累计浪费能源 637.2 Mtce。

## 2. 产能过剩

我国高能耗行业产能严重过剩，浪费大量能源。

2015 年，全国煤炭、炼焦、钢铁、水泥、平板玻璃、电石、造船和电力行业产能过剩浪费能源 56.3 Mtce。

产能合理利用率按国际公认的 80% 计。

计算方法：（2015 年产能 × 产能合理利用率 80%）—（2015 年产能 × 产能实际利用率）× 2015 年新增产能单位投资 × 每亿元固定资产投资用钢 2000t × 2015 年全行业吨钢综合能耗 0.9tce/t。计算结果如下。

	产能	产量	产能利用率 /%	过剩产能	产能单位投资	过剩产能 投资/亿元
煤炭	5700Mt	3750Mt	65.8	810Mt	658 元/t	5330
焦炭	687Mt	447.8Mt	68.9	77Mt	1250 元/t	693
钢	1200Mt	803.8Mt	67.0	156Mt	5330 元/t	8315
水泥熟料	2000Mt	1335Mt	66.8	265Mt	809 元/t	2144
平板玻璃	10.7 亿重量箱	7.39 亿重量箱	69.0	1.18 亿重量箱	100 元/重量箱	118
电石	45.0Mt	23.8Mt	52.9	12.2Mt	1090 元/t	133
造船	8000 万载重吨	4184 万载重吨	52.3	2216 万载重吨	2330 元/载重吨	516
火电	990GW	800GW	78.7	190GW	3500 元/kW	6650
水电	319.4GW	249.2GW	78.0	70.2GW	5410 元/kW	3798
风电	145.2GW	112.5GW	71.9	32.7GW	8619 元/kW	2818
光伏发电	43.2GW	32.6GW	75.4	10.6GW	10243 元/kW	1086
合计						31871

注：水电过剩产能中，弃水 113 GW；风电过剩产能中，弃风 19.7 GW；光伏发电过剩产能中，弃光 3.9 GW。

来源：国家统计局；国家发展改革委；国家能源局；中国煤炭工业协会；中国焦化行业协会；中国钢铁工业协会；中国建材工业协会；中国电石工业协会；中国船舶工业协会；中国电力企业联合会；中国电力大学，中国煤电产能过剩及投资泡沫研究，20151118；国家能源局，国家可再生能源中心等，2015 可再生能源数据手册；水电每千瓦投资为 7 座大型水电站平均值。

每亿元固定资产投资用钢 2000t（苏延波，2011.03.08）。2015 年全国钢铁行业吨钢综合能耗为 0.9 tce/t。

2015 年，煤炭、炼焦、钢铁、水泥、平板玻璃、电石、造船和电力行业过剩产能投资共计 31871 亿元，用钢 62.56 Mt，过剩产能浪费能源 57.4 Mtce。

### 3. 粮食终端消费

我国粮食终端消费（家庭、餐馆、食堂等）每年浪费粮食 50Mt（郑楚光，2013），相当于 2015 年全国粮食产量的 8%。

按农业生产和灌溉消耗的柴油、电力和化肥测算，生产 1t 粮食需用能源 0.25tce。浪费 50 Mt 粮食相当于浪费能源 12.5 Mtce。

### 4. 政府机关用电

“我们的政府是世界上最昂贵的政府。”（保育钧，2010）

据北京市调查，在京国家机关人均年用电量为 3073 kWh。为 2014 年全国城镇居民人均生活用电量的 6 倍，为澳大利亚等国政府机构的约 2 倍。

2014 年，全国政府机关用电量为 418 亿 kWh，相当于 12.5 Mtce。与澳大利亚相比，中国政府机关浪费能源 6.2Mtce。

2014 年，全国公共机构（是指使用财政性资金的国家机关、事业单位和团体组织，包括机关、金融、科研、教育、文化、体育、娱乐、卫生、社保、环保等）共有 1755 万家。2014 年，全国公共机构就业人员 6789 万人，能源消费量 265 Mtce。其中用电量 3615 亿 kWh，超过 6.2 亿农村居民生活用电 3003 亿 kWh 20%。

## 六、能源效率和节能

表 80

中国历年节能率和节能量

	一次能源消费量 /Mtce	万元 GDP 能耗/tce	万元 GDP 能耗下 降率/%	节能量/Mtce
1980	602.8	13.20		
1981	594.5	12.37	6.3	37.8
1982	620.7	11.84	4.3	22.5
1983	660.4	11.36	4.1	22.3
1984	709.0	10.59	6.8	41.1
1985	766.8	10.10	4.6	37.9
“六五”合计				161.6
1986	808.5	9.78	3.2	17.3
1987	866.3	9.39	4.0	24.7
1988	930.0	9.06	3.5	34.1
1989	970.0	0.07	+1.1	-4.9
1990	987.0	8.90(5.32)	1.8	28.9
“七五”合计				100.1
1991	1037.8	5.12	3.8	41.0
1992	1091.7	4.72	7.8	93.4
1993	1159.9	4.40	6.8	116.6
1994	1227.4	4.12	6.4	75.1
1995	1311.8	3.97	3.6	44.6
“八五”合计				370.7
1996	1351.9	3.69	7.1	59.6
1997	1359.1	3.40	7.9	74.0
1998	1361.8	3.16	7.1	159.7
1999	1405.7	3.03	4.1	117.0
2000	1469.6	2.89(1.47)	4.6	139.7
“九五”合计				550.0
2001	1555.5	1.44	2.0	44.1
2002	1695.8	1.44	0	0
2003	1970.8	1.52	+5.6	-109.3
2004	2320.8	1.61	+5.9	-144.6
2005	2613.7	1.64(1.41)	+1.9	-55.8
“十五”合计				-265.6
2006	2864.7	1.37	2.8	87.1
2007	3114.4	1.30	5.1	187.6
2008	3206.1	1.22	6.2	253.4
2009	3361.3	1.17	4.1	172.8
2010	3606.5	1.14(0.88)	2.6	122.7
“十一五”合计				823.6
2011	3870.4	0.86	2.3	96.8
2012	4120.4	0.83	3.5	160.2
2013	4169.1	0.80	3.6	176.4
2014	4260	0.762	4.80	214.8
2015	4300	0.719	5.60	240.9
“十二五”合计				889.1

注：1980~1990、1990~2000、2000~2005、2005~2010、2010~2015GDP 分别按 1980、1990、2000、2005 和 2010 年可比价格计算。

来源：国家统计局；国家发展改革委。

表 81

## 中国 2015 年节能量

单位: Mtce

	2015 年比 2014 年节能量	占比/%
技术节能量	99.5	41.3
工业	38.5	16.0
交通运输	13.3	5.5
建筑	47.7	19.8
结构节能量	141.4	58.7
全社会节能量	240.9	100.0

注: 1、工业节能量中, 制造业 30.0 Mtce, 电力生产 8.48 Mtce。

2、建筑节能量中, 新建绿色建筑和既有住宅节能技术改造形成节能能力 13.5 Mtce; 可再生能源建筑应用新增 12.1 Mtce, 包括太阳能热水器、光伏发电、地源热泵、地热采暖和农村沼气。新增 LED 节能 22.1 Mtce。

表 82

## 中国 2015 年制造业节能量

	产品能耗					2015 产量	2015 比 2014 节能 量/Mtce	
	单位	2010	2012	2013	2014			2015
钢	kgce/t	950	940	923	913	899	803.8 Mt	11.25
电解铝	kWh/t	13979	13844	13740	13596	13562	31.41 Mt	0.32
铜	kgce/t	500	451	436	420	372	7.96 Mt	0.38
水泥	kgce/t	143	140	139	138	137	2359 Mt	2.36
建筑陶瓷	kgce/m <sup>2</sup>	7.7	7.3	7.2	7.1	7.0	101.8 亿 m <sup>2</sup>	1.02
墙体材料	kgce/万块标准砖	468	449	449	454	444	10958 亿块标准砖	0.11
平板玻璃	kgce/重量箱	16.9	16.0	15.0	15.0	14.7	7.39 亿重量箱	0.22
炼油	kgce/t	100	93	94	97	96	522 Mt (加工量)	0.52
乙烯	kgce/t	950	893	879	860	854	17.15 Mt	0.10
合成氨	kgce/t	1587	1552	1532	1540	1495	57.91 Mt	2.61
烧碱	kgce/t	1006	986	972	949	897	30.28 Mt	1.57
电石	kWh/t	3340	3360	3423	3272	3303	23.79 Mt	+0.22
纸和纸板	kgce/t	390	364	362	340	339	117.7 Mt	0.12
合计								20.36
制造业总计								30.00

注: 1、产品综合能耗中的电耗, 按发电煤耗折算标准煤。

2、产品能耗均为全行业平均。

3、2015 年表中 6 个行业 13 项产品能源消费量约占制造业能源总消费量的 70%。

来源: 国家统计局, 2016 中国统计摘要, 2015 中国能源统计年鉴; 国家发展改革委; 工业和信息化部; 中国电力企业联合会; 中国钢铁工业协会; 中国有色金属工业协会; 中国建材工业协会; 中国水泥协会; 中国陶瓷工业协会; 中国石油和化学工业联合会; 中国化工节能技术协会; 中国电石工业协会; 中国造纸协会。

表 83

中国 2015 年交通运输节能量

	单位工作量能耗/kgce/万换算 t-km						2015 工作量/ 亿换算 t-km	2015 比 2014 节能量/万 tce
	2005	2010	2012	2013	2014	2015		
公路	556	500	485	462	446	427.4	59030	1100
铁路	55.9	49.6	47.4	46.6	45.4	46.7	35715	+4.6
水运	50.8	47.2	43.2	41.1	35.9	34.2	91418	280
民用航空	6190	5578	5147	5063	5147	5152	731	+4
总计								1330

注：1、电气化铁路用电按发电煤耗折标准煤。

2、公路运输用油包括车用替代燃料。2010、2012、2013、2014、2015 年分别为 753、1095、1670、1972 和 2275 万 t。

来源：国家统计局；国家铁路局；交通运输部；中国电力企业联合会；中国汽车工业协会；中国汽车技术研究中心；中石油经济技术研究院，2016 中石油经研院能源数据统计；金云，朱和，中国炼油工业发展现状与“十三五”发展趋势，《国际石油经济》2015，No.5，14~21；龚金双，2012 年我国石油市场特点分析及 2013 年展望；《国际石油经济》2013，No.1~2，70~76；韦健，熊国跃，刘锐铭，我国燃料油市场 2012 年回顾及 2013 年展望，《国际石油经济》，2013，No.1~2，162~167；田明，中国船供油市场变化及发展建议，《国际石油经济》，2013，No.1~2，155~161；2015 年交通运输业发展公报；2015 年中国民航统计公报。

表 84

中国 2015 年建筑节能量

单位：Mtce

	2011	2012	2013	2014	2015
新建建筑	13.00	10.00	13.00	10.65	10.20
既有居住建筑	1.45	2.42	2.46	1.92	3.30
照明节电	11.70	11.10	13.10	12.80	22.10
可再生能源建筑应用	5.80	7.20	11.20	14.60	12.10
合计	31.95	30.72	39.76	39.97	47.70

注：1、新建建筑是新建 11 亿  $m^2$  绿色建筑的节能能力。

2、既有居住建筑是 3 亿  $m^2$  北方地区住宅节能技术改造形成的节能能力。

3、照明节电为新增 LED 替代白炽灯节能量。

4、可再生能源建筑应用为新增量，包括太阳能热水器、光伏发电、地源热泵、地热采暖和农村沼气。

来源：住房和城乡建设部；国家发展改革委；国土资源部；农业部；中国农村能源行业协会；中国太阳能协会；国家半导体照明工业研发及产业联盟。

**表 85 部分国家和地区单位 GDP 能耗（2015 年） 单位：tce/百万美元**

英国	107.8
意大利	110.8
日本	133.0
法国	133.1
德国	135.8
美国	201.1
中国	414.6
印度	472.6
世界	243.0

来源：GDP，IMF；能源消费量，BP Statistical Review of World Energy, June 2016。

**表 86 中国分产业万元产值能耗 单位：tce/万元**

	第一产业	第二产业	第三产业
2010	0.185	1.414	0.277
2011	0.166	1.272	0.238
2012	0.153	1.212	0.251
2013	0.146	1.601	0.236
2014	0.139	1.116	0.220

注：1、产值按 2010 年可比价格计算。

2、2014 年第二产业万元产值能耗为第三产业的 5.1 倍，比第三产业高 0.896 tce/万元。第二产业产值占 GDP 比重降低 1 个百分点，第三产业占比上升 1 个百分点，节约和少用能源 2430 万 tce。

来源：国家统计局，2015 中国统计年鉴，2015 中国能源统计年鉴。

表 87

## 中国分地区万元 GDP 能耗

单位: tce/万元

地区	2014	2015 比 2014 下降率/%	2015
全国总计	0.669	4.80	0.637
北京	0.320	6.17	0.320
天津	0.518	7.21	0.481
河北	0.997	6.14	0.936
山西	1.557	4.00	0.989
内蒙古	1.030	5.31	1.474
辽宁	0.762	3.52	0.735
吉林	0.620	10.69	0.554
黑龙江	0.795	4.01	0.763
上海	0.470	3.92	0.452
江苏	0.459	6.73	0.428
浙江	0.469	3.53	0.452
安徽	0.576	5.58	0.544
福建	0.503	7.70	0.463
江西	0.513	3.92	0.493
山东	0.614	3.72	0.591
河南	0.655	6.57	0.612
湖北	0.591	7.66	0.546
湖南	0.566	6.98	0.526
广东	0.437	5.71	0.412
广西	0.607	5.11	0.516
海南	0.519	1.270	0.512
重庆	0.597	0.631	0.559
四川	0.697	0.725	0.646
贵州	1.049	0.746	0.771
云南	0.816	0.883	0.744
西藏	-	-	-
陕西	0.634	0.321	0.614
甘肃	1.100	7.46	1.065
青海	1.735	4.26	1.661
宁夏	1.797	1.200	1.775
新疆	1.611	3.63	1.553

来源: 国家统计局; 国家发展改革委; 国家能源局。

表 88

## 中国物理能源效率

单位：%

	2000	2005	2010	2012	2013	2014
1、开采效率	33.0	33.3	35.9	36.0	36.2	36.2
2、中间环节效率	68.5	70.8	70.9	69.7	68.6	68.7
3、终端利用效率						
农业	32.0	33.0	34.0	35.0	36.0	36.2
工业	46.0	47.3	50.5	52.6	53.2	53.8
交通运输	28.9	29.2	29.1	31.6	33.0	35.5
民用和商业	66.0	68.4	74.2	76.1	76.4	76.6
合计	46.7	48.3	51.0	52.5	53.7	54.3
4、能源效率(2×3)	32.0	34.2	36.0	36.6	36.8	37.3
5、能源系统总效率 (1×4)	10.6	11.4	12.9	13.2	13.3	13.5

注：1、本表系作者按国际通行的能源平衡定义和计算方法计算得出。

2、中间环节是能源加工、转换和贮运，工业包括建筑业，民用和商业包括其他部门。



表 89

中国高耗能产品能耗

	中国						国际先进水平
	2000	2010	2012	2013	2014	2015	
煤炭开采和洗选							
综合能耗/kgce/t	38.2	32.7	31.8	30.2	29.9	29.5	
电耗/kWh/t	29	24.0	23.4	24.1	24.3	23.6	17.0
石油和天然气开采							
综合能耗/kgce/toe	208	141	126	121	125	121	105
电耗/kWh/toe	172	121	121	123	132	137	90
火力发电煤耗/gce/kWh	363	312	305	302	300	298	287
火电厂供电煤耗/gce/kWh	392	333	325	321	319	315	298
钢综合能耗/kgce/t							
全行业	1475	950	940	923	913	899	
大中型企业	906	701	694	682	674	663	
钢可比能耗/kgce/t	784	681	674	662	654	644	602
电解铝交流电耗/kWh/t	15418	13979	13844	13740	13596	13562	12900
铜冶炼综合能耗/kgce/t	1227	500	451	436	420	372	360
水泥综合能耗/kgce/t	172	143	140	139	138	137	111
墙体材料综合能耗/kgce/万块标准砖	763	468	449	449	454	444	300
建筑陶瓷综合能耗/kgce/m <sup>2</sup>	8.6	7.7	7.3	7.2	7.1	7.0	3.4
平板玻璃综合能耗/kgce/重量箱	25.0	16.9	16.0	15.0	15.0	14.7	13.0
原油加工综合能耗/kgce/t	118	100	93	94	97	96	73
乙烯综合能耗/kgce/ t	1125	950	893	879	860	854	629
合成氨综合能耗/kgce/ t	1699	1587	1552	1532	1540	1495	990
烧碱综合能耗/kgce/ t	1439	1006	986	972	949	897	880
纯碱综合能耗/kgce/ t	406	385	376	337	336		310
电石电耗/kWh/ t	3475	3340	3360	3423	3272	3303	3000
纸和纸板综合能耗/kgce/ t							
全行业	912	390	366	353	340	339	
自制浆企业	1540	1200	1128	1087	1050	1045	506
化纤电耗/kWh/ t	2276	967	878	849	801	743	

注：1、国际先进水平是居世界领先水平的国家的平均值。

2、中外历年产品综合能耗中，电耗均按发电煤耗折算标准煤。

3、煤炭开采和洗选电耗国际先进水平为美国。2013年，美国露天矿产量比重为66%，中国12%；露天开采吨煤电耗约为矿井的1/5。

4、油气开采电耗国际先进水平为壳牌和英国石油公司估计值。

5、火电厂发电煤耗和供电煤耗中国为6MW以上机组，国际先进水平为日本9大电力公司平均值。2010年，中国火电电源结构中，煤、油、气分别占94.3%、0.5%和2.3%，日本分别为38.0%、14.0%和43.4%。

6、中国钢可比能耗为大中型企业，2015年大中型企业产量占全国的78.8%。国际先进水平为德国。

7、水泥综合能耗按熟料热耗和水泥综合电耗计算，电耗按发电煤耗折算标准煤。国际先进水平为日本。2010年，中、日熟料热耗分别为115kgce/t和96kgce/t，电耗分别为89kWh/t和78kWh/t。

8、墙体材料综合能耗国际先进水平为美国。

9、中国乙烯生产主要用石脑油作原料，国际先进水平为中东地区，主要用乙烷作原料。

10、烧碱综合能耗是隔膜法和离子膜法的加权平均值。

11、中国合成氨综合能耗是以煤、油、气为原料的大、中、小型企业的平均值。2015年中国合成氨原料中煤占76%。国际先进水平为美国，天然气占原料的98%。

来源：国家统计局；工业和信息化部；中国煤炭工业协会；中国电力企业联合会；中国钢铁工业协会；中国有色金属工业协会；中国建筑材料工业协会；中国建筑陶瓷工业协会；中国化工节能技术协会；中国石油规划总院；中国造纸协会；中国化纤协会；日本能源经济研究所，日本能源与经济统计手册2016年版；日本钢铁协会；日本水泥协会；日本能源学会志；IEA, Energy Statistics of OECD Countries。

**表 90 高耗能产品能耗国际比较**

	2010	2012	2013	2014	2015	国际先进水平	
						2005	2015
火电供电煤耗/gce/kWh	333	325	321	319	315	288	275
钢可比能耗/kgce/t	681	674	662	654	644	629	602
电解铝交流电耗/kWh/t	13979	13844	13740	13596	13562	14100	12900
水泥综合能耗/kgce/t	143	140	139	138	137	127	111
乙烯综合能耗/kgce/t	950	893	879	860	854	629	629

注：1、中外产品综合能耗中的电耗按发电煤耗折标准煤。

2、国际先进水平是世界领先国家的平均值。供电煤（热）耗为意大利，钢可比能耗2005年为日本，2015年为德国；水泥综合能耗为日本，乙烯综合能耗为中东地区。

3、2010年火电电源结构，中国煤、油、气占比为94.30%、0.5%和2.3%，意大利为17.5%、9.9%和70.9%。

4、中国钢可比能耗为大中型企业，2015年大中型企业产量占全国的78.8%。

来源：国家统计局；中国电力企业联合会；中国钢铁工业协会；中国有色金属工业协会；中国建材工业协会；中国石油和化学工业联合会；日本能源经济研究所，日本能源与经济统计手册2016年版；日本海外电力调查会，海外电气事业统计；日本钢铁协会；日本水泥协会。

表 91

中国主要耗电产品电耗

	产品电耗						2015 产量
	单位	2010	2012	2013	2014	2015	
煤炭开采和洗选	kWh/t	24.0	23.4	24.1	24.3	23.6	3747Mt
石油和天然气开采	kWh/toe	121	121	123	132	137	335.7 Mtoe
钢	kWh/t	467	475	467	470	466	803.8 Mt
电解铝交流电耗	kWh/t	13979	13844	13740	13596	13562	31.41 Mt
水泥	kWh/t	89.7	88.4	87.0	85.5	82.7	2359 Mt
平板玻璃	kWh/重量箱	7.1	6.6	6.2	6.2	6.1	7.39 亿重量箱
合成氨	kWh/t	1116	1010	1035	1043	1015	57.91 Mt
烧碱	kWh/t	2203	2359	2326	2280	2170	30.28 Mt
电石	kWh/t	3340	3360	3423	3272	3303	23.79 Mt
纸和纸板	kWh/t	545	511	521	536	539	117.7 Mt
化纤	kWh/t	967	878	849	801	743	48.7 Mt

注：1111m<sup>3</sup>天然气=1toe。

来源：国家统计局；工业和信息化部；中国煤炭工业协会；中国电力企业联合会；中国钢铁工业协会；中国有色金属工业协会；中国建筑材料工业协会；中国化工节能技术协会；中国造纸协会；中国化纤协会。

表 92

日本火力发电和供电热耗

	发电		供电	
	效率/%	热耗/gce/kWh	效率/%	热耗/gce/kWh
1980	38.08	323.0	36.25	339.3
1985	38.21	321.9	36.31	338.7
1990	38.78	317.2	37.05	332.0
1995	39.00	315.0	37.21	330.6
2000	40.59	303.0	38.87	316.4
2005	40.90	300.7	39.21	313.7
2010	41.86	293.8	40.21	305.9
2011	41.74	294.7	40.21	305.9
2012	41.81	294.2	40.30	305.2
2013	42.20	291.5	40.67	302.4
2014	42.80	287.4	41.28	298.0

来源：The Institute of Energy Economics, Japan, Handbook of Energy and Economic Statistics, 2016。

表 93

能源效率影响因素分析

影响因素	指标	中国	国外	对能效的影响
1、产业结构	产业结构/%	2014 年	2014 年	2014 年，中国第三产业占比上升 1 个百分点，第二产业下降 1 个百分点，节约和少用能源 2340 万 tce。
	第一产业	9.2	美国 1.5 日本 1.2	
	第二产业	42.7	20.5 26.2	
	第三产业	48.1	78.0 72.6	
	万元产值能耗 /tce	2014 年		
	第一产业	0.139		
2、能源结构	一次能源消费结构/%	2015 年	2015 年	2015 年，中国煤占比下降 1 个百分点，少用能源 3970 万 tce，减排 SO <sub>2</sub> 927 万 t，烟尘 541 万 t，CO <sub>2</sub> 10760 万 t。
	煤	64.0	美国 17.4 欧盟 16.1 日本 26.6	
	石油	18.1	37.3 38.8 42.3	
	天然气	5.9	31.3 22.2 22.8	
	核电和可再生能源	12.0	13.9 24.9 8.3	
3、新技术应用	<b>智能制造</b> 工业机器人与物联网、云计算、大数据等新技术相结合，实现生产智能化。	2015 年，启动 30 多个示范项目	2012 年推出智能工厂计划（德国工业 4.0）。已有一些大企业应用智能制造技术。	中国智能工厂生产效率可提高 20%，成本降低 20%，能源消耗和污染物排放减少 10%。
	<b>被动式绿色建筑</b> 采用节能的构造设计、围护结构、节能建材等技术，充分利用可再生能源的住宅。	2015 年，已建、在建、拟建示范建筑 40 栋，40 万 m <sup>2</sup> 。	1990 年代德国法兰克福首创。目前全世界已建 1.5 万栋，绝大部分在欧洲德语区和北欧国家。	比传统住宅节能 75%
	<b>智能交通</b> 将信息技术、卫星技术、数据通信传输技术、电子控制技术和计算机处理技术结合在一起的自动引导、调度和控制的智能化交通系统。	已用于信息采集和发布、公共交通、停车管理、不停车收费（ETC）等方面。	美国普及率已达 80% 以上。	美国。大大提高道路利用率，交通事故可减少 15%，车辆废气排放减少 5%~16%。 中国。2015 年末，已建成 ETC 专用车道 12772 条，用户 2515 万，每年可节油 7415 万升。

4、产业集中度	炼铁 高炉数/座 平均年产量/ 万 t	2015 年 1480 47	日本 2015 年 28 289	300m <sup>3</sup> 高炉能耗 比 1000m <sup>3</sup> 高炉 高 20%。
	炼油 厂数/座 平均年加工能 力/万 t	2015 年 240 296	韩国 2015 年 6 2470	2015 年炼油综 合能耗, 中国 96kgce/t, 比国 际先进水平高 32%。
	砖瓦 企业数/个  平均年产量/ 万块标准砖	2010 年 7 万  1400	2010 年  先进企业 8000~ 22000 万标准砖	2010 年中国每 万块粘土标准砖 综合能耗 600kgce, 比美 国的 300kgce 高 1 倍。
	造纸 厂数/个 平均年产量/ 万 t	2015 年 2900 4.1	发达国家平均 30	2015 年, 中国 自制浆企业综合 能耗 1045 kgce/t, 比国际 先进水平 506 kgce/t 高 1 倍。
5、原料路线	合成氨原料结 构	2015 年 煤占 76%	美国天然气占 98%, 日 本 100%。	煤制合成氨产品 能耗比天然气高 30%。
	造纸原料	2015 年 木浆占 28%, 非 木浆 7%, 废纸 浆 65%	发达国家木浆平均占比 63%。	树皮和黑液可用 来发电。日本造 纸厂自发电占用 电量的 75%。
6、燃料质量	发电用煤平均 热值/ kcal/kg	2015 年 4812	美国 5556 日本 5795 德国 6250	热值下降 1000kcal/kg, 锅 炉热效率下降 1%~3%。
	炼焦煤平均灰 分/%	10	美国 7	炼焦煤灰分下降 1%, 焦炭灰分 下降 1.3%, 高 炉燃料比下降 2.7%, 生铁产 量增加 2.7%~4.0%。
	焦炭平均灰分 /%	12.5	美国, 西欧 10	焦炭灰分增加 1%, 焦炭用量 增加 2.0%~2.5%。
	车用汽油含硫 量限值/ppm	2014 年执行国 4 标准, 50 ppm; 2018 年执行国 5 标准, 10 ppm	日本, 欧盟分别在 2006 年和 2010 年执行相当于 中国国 5 标准, 10 ppm	执行国 5 标准, PM2.5 可减少 20%。

7、原煤散烧	原煤散烧量/亿 t 工业锅炉 民用炉灶 燃煤工业锅炉 台数和容量占 比/%  煤占民用能源 比重/%	2014 年 7 3 80  36	美国、西欧、日本燃煤 工业锅炉占工业锅炉的 1%~3%。  2013 年，美国煤占民用 能源的 0.5%，日本占 0.1%。	中国燃煤工业锅 炉平均运行效率 由 60%提高到 80%，每年可节 煤 1 亿 t 以上， 减排 SO <sub>2</sub> 74 万 t，烟尘 54 万 t。 民用炉灶平均热 效率 20%~25%，推 广热效率 70% 的高效低排放煤 炉，每年可节煤 1.5 亿 t。
8、资源再生	再生金属产量 及占总产量比 重/万 t, % 铜 铝 铅 锌  废钢利用量及 钢产量比重/万 t, %	2015 年 305 38.3 575 18.3 150 38.9 137 22.3  2015 年 8830 11.0	2008 年/%  美国 43 日本 52 美国 34 德国 36  2013 年 /% 美国 63.8 欧盟 55.5 世界 36.1	中国再生铜、 铝、铅综合能耗 分别为原生产品 的 18%、45%和 27%。2015 年， 利用再生金属与 生产等量原生金 属相比，节电 724 亿 kWh。  2015 年，中国废 钢回炉炼钢综合 能耗为大中型企 业吨钢综合能耗 的 18.2%。利用 废钢节能 4790 万 tce。
9、能效和排放标准	能效标准  乘用车油耗标 准	2005 年开始实施 能效标准和标 识，包括家用电 器、照明产品、 办公设备、通用 设备。  2016 年 1 月 1 日 开始执行第 4 阶 段标准，2016、 2017、2018、 2019、2020 年分 别为 6.7、6.4、 6.0、5.5 和 5.0 升/100km。	美国 1992 年推出“能源 之星”能效标准计划， 包括家用电器、照明产 品、办公设备、建筑 等。  美国 2012 年 8.1、2015 年 7.4、2020 年 5.5 升 /100km。欧盟 2015 年 5.6、2020 年 4.2 升 /100km。	中国 2005 年 3 月 至 2015 年 3 月， 累计节电 4419 亿 kWh。 美国 2005 年节电 1277 亿 kWh。  中国到 2020 年可 节油 3500 万 t。

	排放标准			
	<p>火电大气污染物排放限值/ mg/m<sup>3</sup></p> <p>SO<sub>2</sub></p> <p>烟尘</p>	<p>2011 年标准</p> <p>200</p> <p>30</p>	<p>美国现行标准</p> <p>200</p> <p>30</p>	<p>中国火电厂 SO<sub>2</sub> 排放量 2010 年为 835 万 t, 2015 年降至 300 万 t; 烟尘排放量从 160 万 t 降至 40 万 t。</p>
	<p>燃煤电厂 CO<sub>2</sub> 排放限值/ kg/MWh</p>	—	<p>美国 2012 年 4 月发布, 453.6kg/MWh (1000 磅/MWh)</p>	<p>美国 2012~2015 年关闭 40 多座燃煤电厂, 煤电占发电量比重从 2012 年的 37% 降至 2015 年的 33%。</p>
10、技术创新	能源行业人均研发支出/美元	2010 年大中型石油企业合计 823	2010 年美国埃克森美孚公司 12024	中国石油企业人均研发支出仅为美国的 6.8%。
	能源效率			
	工业产品能耗	2015 年	国际先进水平	2015 年, 中国钢铁、有色金属、建材、炼焦、炼油、化工、造纸 7 个行业 15 种产品能耗, 按能源消费量占比加权平均计算, 比国际先进水平高 21.7%。
	钢可比能耗 /kgce/t	644	602	中国比日本高 22.3%
	墙体材料/kgce/万块标准砖	444	300	北京为德国的 2.8 倍
	炼油综合能耗/kgce/t	96	73	
	合成氨综合能耗/kgce/t	1495	990	
	公路货运能耗/kgce/100t-km	2014 年 2.03	2014 年 日本 1.66	
住宅采暖能耗/kgce/m <sup>2</sup>	2010 年北京城区 22.2	2010 年 德国 7.9		
能源企业劳动生产率				
石油企业 toe (石油和天然气) /人-年	2015 年 中国石油天然气集团公司 161	2015 年 美国埃克森美孚公司 2468	中石油为埃克森美孚的 6.5%。	
煤炭行业 t (原煤) /人-年	2014 年 668	2014 年 美国 9991	中国为美国的 6.7%。	

	技术对外依存度/%	2014年 50	2014年 美国 5	中国创新能力薄弱导致技术对外依存度居高不下。目前，核心技术，关键技术对外依存度仍达50%，高端产品开发70%的技术需要外援，重要部件80%靠进口。
--	-----------	-------------	---------------	---

来源：国家统计局；国家发展改革委；工业和信息化部；国土资源部；住房和城乡建设部；交通运输部；环境保护部；科学技术部；商务部；农业部；海关总署；中国煤炭工业协会；中国焦化行业协会；中国电力企业联合会；中国电器工业协会工业锅炉分会；中国钢铁工业协会；中国有色金属工业协会；中国建材工业协会；中国砖瓦工业协会；中国石油和化学工业联合会；中国氮肥工业协会；中国造纸协会；中国公路网；中国汽车网；中国标准化研究院；中国标准化管理委员会；中国环境科学研究院；中国建筑科学研究院；世界银行；国际能源署；国际货币基金组织；美国能源部能源信息署；美国环境保护署；美国全国采矿协会；美国《油气杂志》；美国《石油情报周刊》；《纽约时报》；Battelle/ R&D Magazine/ Company Information；日本能源经济研究所，日本能源与经济统计手册2016年版；日本钢铁协会；BP Statistical Review of World Energy, June 2016；美国《财富》中文网。



表 94

## 中国能源效率与国际先进水平的差距

## 1. 产品和服务能耗

## 1.1 工业

2015 年，中国钢铁、有色金属、建材、炼焦、炼油、化工、造纸 7 个行业 15 种产品能耗，按能源消费量占比加权平均计算，比国际先进水平高 21.7%。

	中国	国际先进水平	备注
煤炭开采回采率/%	32	70	国际先进水平为美国、澳大利亚。2014 年，中国露天采煤占煤产量的 12%，美国 65%。露天开采回采率达 90%以上。 中国煤炭工业协会，美国全国采矿协会。
原油开采采收率/%	27	45	中国石油和天然气集团公司。
煤炭开采电耗 /kWh/t	2015 年 23.6	美国 17.0	中国煤炭工业协会。
石油和天然气开采 电耗/kWh/toe	2015 年 137	90	国际先进水平为壳牌和英国油公司。 中国石油和天然气集团公司
火力发电煤耗 /gce/kWh	2015 年 297	日本 287	中国电力企业联合会，日本能源经济研究所，日本能源与经济统计手册 2016 年版。
火电供电煤耗 /gce/kWh	2015 年 315	意大利 275	2010 年，中国火电电源结构煤、油、气分别占 94%、0.5%和 2.3%；意大利分别占 17.5%、9.9%和 70.9%。 中国电力企业联合会，日本海外电力调查会。
输电线路损失率/%	2015 年 6.64	加拿大 6.1	中国电力企业联合会。
钢可比能耗 /kgce/t	2015 年 644	德国 602	中国为大中型企业，2015 年产量占全国的 78.8%。 电耗按发电煤耗折标准煤。中国钢铁工业协会。
铁合金电耗/kWh/t	2014 年 3353	日本 3070	中国钢铁工业协会，日本电气事业联合会。
电解铝交流电耗/ kWh/t	2015 年 13562	12900	国际先进水平为加拿大 Alma 公司。中国有色金属工业协会。
铜冶炼综合能耗 /kgce/t	2015 年 372	360	中国有色金属工业协会。
铅冶炼综合能耗 /kgce/t	2015 年 581	480	中国有色金属工业协会。
锌冶炼综合能耗 /kgce/t	2015 年 1286	970	中国有色金属工业协会。

水泥熟料热耗 /kgce/t	2015年	112	印度	103	中国水泥协会。
水泥综合能耗 /kgce/t	2015年	137	日本	111	中国水泥协会，日本水泥协会。
建筑陶瓷综合能耗 /kgce/m <sup>2</sup>	2015年	7.0	意大利	3.4	中国建筑陶瓷工业协会
砖瓦综合能耗 /kgce/万块标准砖	2010年	600	美国	300	中国砖瓦工业协会。
平板玻璃综合能耗 /kgce/重量箱	2015年	14.7	13.0		中国建材工业协会。
炼焦综合能耗 /kgce/t	2015年	122	日本	88	中国焦化行业协会。
炼油综合能耗 /kgce/t	2015年	96	73		中国石油和化学工业联合会。
乙烯综合能耗/ kgce/t	2015年	854	629		国际先进水平为中东地区。中国石油和化学工业联合会。
合成氨综合能耗/ kgce/t	2015年	1495	美国	990	中国为大、中、小企业平均值。2015年煤占中国合成氨原料的76%，美国天然气占98%。中国石油和化学工业联合会。
烧碱综合能耗/ kgce/t	2015年	897	880		中国石油和化学工业联合会。
纯碱综合能耗/ kgce/t	2014年	336	310		中国石油和化学工业联合会。
电石电耗/kWh/t	2015年	3303	美国	3000	中国化工节能技术协会。
黄磷电耗/kWh/t	2014年	13172	11850		中国石油和化学工业联合会。
纸和纸板综合能耗 /kgce/t	2015年	1045	506		综合能耗为自制浆企业。中国造纸协会。
印染布综合能耗 /kgce/100m	2015年	41	23		中国纺织工业协会。

注：产品综合能耗中的电耗按发电煤耗折标准煤。

## 1.2 交通运输

公路货运能耗/kgce/100t-km

2014年 中国 2.03 日本 1.66

来源：中国交通运输部；日本能源经济研究所，日本能源与经济统计手册 2016年版。

### 乘用车油耗标准/升/100km

	2015	2020
中国	6.9	5.0
欧盟	5.6	4.2

来源：工业和信息化部

## 1.3 建筑

住宅采暖能耗/kgce/m<sup>2</sup>

中国北京	22.2
德国	7.9

来源：中国建筑科学研究院建筑节能与环保研究院，20160412。

#### 1.4 通用设备

燃煤工业锅炉运行效率/%

中国 60 国际先进水平 80

来源：中国电器工业协会工业锅炉分会

电动机运行效率/%：中国电机系统及电机与拖动设备运行效率比国际先进水平低 20%。

来源：中国电器工业协会。

#### 2. 单位 GDP 能耗

2015 年，中国、英国、意大利、日本、美国和世界百万美元 GDP 能耗（tce）分别为 414.6、107.8、110.8、113.0、201.1 和 243.0，中国分别为英、意、日、美和世界平均值的 3.85、3.74、3.67、2.06 和 1.71 倍。

来源：GDP，IMF；能源消费量，BP Statistical Review of World Energy, June 2016。

#### 3. 物理能源效率

2014 年，中国能源加工、转换、贮运和终端利用效率为 37.3%，比 2005 年提高 3.1 个百分点，比代表国际先进水平的日本低 8 个百分点左右。

来源：作者以 2014 年中国能源平衡表为基础，按国际通行的能源平衡定义和计算方法计算得出。

**表 95 高耗能行业集中度国际比较（2015 年）**

	中国	外国
炼铁高炉	1480 座，47 万 t 生铁/座	日本 28 座，289 万 t 生铁/座
水泥	1764 条新干法生产线，年产 128 万 t/条	日本 年产 230 万 t/厂，泰国年产 560 万 t/厂
砖瓦	7 万个企业，年产 1400 万块标准砖/厂	先进企业 年产 8000~22000 万块标准砖/厂
炼油	240 座炼油厂，年加工能力 296 万 t/座	韩国 6 座炼油厂，年加工能力 2470 万 t/座
乙烯	33 套装置，年产 52 万 t/套	沙特阿拉伯，13 套装置，年产 123 万 t/套
造纸	2900 个企业，年产 4.1 万 t/厂	发达国家平均年产 30 万 t/厂

来源：中国钢铁工业协会；中国建材工业协会；中国砖瓦工业协会；中国石油和化学工业联合会；中国造纸协会；日本钢铁协会；美国《油气》杂志，2014-12-01。

表 96

中国高耗能行业产能利用率（2015 年）

	产量	产能	产能利用率/%
煤炭	3474Mt	5700Mt	65.7
焦炭	448.2 Mt	687 Mt	65.2
钢	803.8 Mt	1200 Mt	67.0
电解铝	31.41 Mt	37.2 Mt	84.4
水泥熟料	1335 Mt	2000 Mt	66.8
平板玻璃	7.39 亿重量箱	10.7 亿重量箱	69.0
炼油	522 Mt	710 Mt	73.5
乙烯	17.15 Mt	22.0 Mt	80.0
合成氨	57.91 Mt	75.0 Mt	77.2
烧碱	30.21 Mt	39.5 Mt	76.5
纯碱	25.92 Mt	33.0 Mt	78.5
甲醇	40.11 Mt	69.8 Mt	57.5
电石	23.79 Mt	45.0 Mt	52.9
光伏电池组件	43.0 GW	56.0 GW	76.8

注：炼油产能和产量为原油加工能力和加工量。

来源：工业和信息化部；国家统计局；国家发展改革委；中国煤炭工业协会；中国炼焦行业协会；中国钢铁工业协会；中国建材工业协会；中国石油和化学工业联合会；中国化肥协会。

表 97

中国工业部门落后产能淘汰量

	淘汰量					2015 年产量
	2006~2010	2012	2013	2014	2015	
煤炭	450.0 Mt	97.8 Mt	200.0 Mt	108 Mt	90 Mt	3747 Mt
焦炭	10.38 Mt	24.93 Mt	14.05 Mt	12.0 Mt	19.35 Mt	448.2 Mt
火力发电	72.1 GW	5.51 GW	4.47 GW	3.3 GW	4.23 GW	950.2 GW
炼铁	111.7 Mt	28.46 Mt	25.3 Mt	120.0 Mt	14.1 Mt	691.4 Mt
炼钢	68.6 Mt	9.37 Mt	19.7 Mt	90.0 Mt	17.1 Mt	803.8 Mt
电解铝	0.80 Mt	0.27 Mt	0.27 Mt	0.57 Mt	0.34 Mt	31.41 Mt
水泥	403 Mt	220 Mt	114 Mt	81 Mt	39 Mt	2359 Mt
平板玻璃	1.52 亿重量箱	0.59 亿重量箱	0.60 亿重量箱	0.38 亿重量箱	0.11 亿重量箱	7.39 亿重量箱
电石	4.0 Mt	1.32 Mt	1.13 Mt	1.92 Mt	2.0 Mt	23.79 Mt
造纸	10.3 Mt	8.8 Mt	4.55 Mt	4.92 Mt	5.90 Mt	117.7 Mt

来源：工业和信息化部；国家统计局；中国煤炭工业协会；中国电力企业联合会；中国钢铁工业协会；中国建材工业协会；中国电石工业协会；中国造纸协会。

表 98

中国调整产品结构节能

1、煤炭	提高原煤洗选比重。选煤可脱除 50%~70%的灰分和 60%~70%的无机硫。燃煤设备使用经过洗选的煤,可节煤 10%以上。我国原煤入洗比重由 2005 年的 31.9% 提高到 2015 年的 65.9%。2015 年洗选原煤 24.7 亿 t, 节煤 2.47 亿 t, 减排 CO <sub>2</sub> 4.90 亿 t。
2、钢铁	<p>(1) 2015 年我国钢筋产量达 204 Mt。用 400MPa 及以上高强度钢筋替代 1 亿 t 335MPa 普通钢筋, 每年可减少 1000 万 t 钢筋消耗, 节省铁矿石 1600 万 t, 节能 950 万 tce。2015 年, 400MPa 及以上钢筋占钢筋总产量的比重已达 80%。</p> <p>(2) 降低铁钢比。铁钢比是生铁产量与粗钢产量的比值, 主要取决于废钢回炉再生量。2015 年, 我国铁钢比为 0.86。2015 年, 我国钢铁行业利用废钢 8830 万 t。利用废钢回炉炼钢的综合能耗仅为大中型企业吨钢能耗的 18.2%, 利用废钢节能 47.9Mtce。</p>
3、有色金属	提高再生金属产量占比。2015 年, 全国再生有色金属产量达 1167 万 t, 其中再生铜、铝、铅、锌产量分别为 305、575、150 和 137 万 t, 分别占总产量的 38.3%、18.3%、38.9% 和 22.3%。再生铜、铝、铅综合能耗分别为原生金属的 18%、45% 和 27%。2015 年, 再生有色金属与生产等量原生金属相比, 节电 724 亿 kWh。
4、建筑材料	<p>(1) 提高高强度水泥产量占比。高强度水泥是指标号 42.5 及以上的水泥。标号 42.5 是标准试块完全硬化时抗压强度为 42.5MPa 的水泥。2015 年高标号水泥产量占比为 50%。用高标号水泥替代 32.5 号水泥可节省水泥 15%。</p> <p>(2) 推广散装水泥。散装水泥是在出厂前预拌砂浆, 用专用车辆直接运到施工现场。1 万 t 水泥散装与袋装相比, 可节省制造包装纸袋耗用的优质木材 330m<sup>3</sup>, 避免纸袋破损和残留损耗 450kg, 可节能 237tce。我国水泥散装率 2015 年为 58.4%。</p> <p>(3) 推广新型墙体材料。新型墙体材料主要是利用工业废渣为主要原料生产的烧结制品。与黏土实心砖相比, 其生产能耗降低 40%; 用于建筑, 采暖能耗减少 30%。我国新型墙体材料产量占墙体材料总产量的比重由 2005 年的 44% 提高到 2013 年的 63%。“十一五”期间, 通过淘汰实心黏土砖、企业技术改造、新墙材建筑应用, 共节能 2500 万 tce; 生产新墙材累计利用工业废渣 15 亿 t, 通过减少毁田烧砖和固体废物堆存占地、黏土砖企业关停腾退, 节省耕地 300 多万亩。</p> <p>(4) 推广低辐射率镀膜玻璃。这种节能玻璃是在玻璃上镀银、铜、锡等金属或其化合物的薄膜, 具有良好的阻隔热辐射的保温性能, 并反射太阳辐射热, 可节能 50% 以上。目前欧美国国家普及率已达 85%。2015 年我国低辐射率玻璃产能约 1.5 亿 m<sup>2</sup>。</p>
5、化肥	推广包膜控释肥料。2015 年我国化肥施用量达 6023 万 t, 有效利用率 35.2%, 美国 52%, 欧洲 68%。包膜控释肥料是根据作物需要和土壤特性制定肥料配方, 通过包膜按预定释放模式施肥, 可大幅提高肥料养分利用率, 节省化肥 15%~25%, 并减少污染。2015 年我国包膜控释肥产量约 650 万 t, 已在 25 个省、区的 31 种作物大面积推广, 玉米增产 10.4%, 马铃薯、葡萄、西瓜等增产 10%~20%。
6、汽车	推广节能汽车。2015 年, 销售排量 1.6 升以下的节能汽车 1458.6 万辆, 每年可节油 406 万 t。小排量汽车市场占有率已达乘用车的 69%。
7、照明器具	推广发光二极管光源(LED)。LED 是一种半导体器件。半导体芯片用作发光材料, 当芯片两端加上正向电压时, 半导体与电子复合引起光子发射, 把电能直接转换成光能。LED 电耗比白炽灯少 80%, 比紧凑型荧光灯少 50%, 寿命达 5 万小时。近年我国 LED 产业爆发式发展, 2015 年 LED 产量达 60 亿只, 内销 28 亿只。2015 年, 全国用 LED 替代白炽灯, 节点 1000 亿 kWh。
8、房间空调器	推广节能空调。节能空调是指能效标准 1 级和 2 级的高效空调。房间空调器是我国用电最多的家用电器, 2015 年全社会拥有量达 5.8 亿台, 用电 3117 亿 kWh。2009 年 6 月至 2011 年 6 月, 全国财政补贴推广节能空调 5000 多万台, 每年可节电 147 亿 kWh。高效空调市场占有率从 5% 提高到 70% 以上, 能效标准 3、4、5 级的空调已全部停产。2015 年, 变频空调已占房间空调器销量的 61.8%。与定频空调相比, 变频空调可节能 30%。

表 99

日本各种运输方式单位能耗

	1990	2000	2005	2010	2012	2013	2014
客运/kcal/人-km							
私人汽车	497	582	599	571	524	488	446
商用汽车	1524	1271	1301	1647	1648	1639	1547
公共汽车	139	158	170	189	193	210	197
铁路	48	50	49	51	47	48	47
水运	267	484	433	481	470	471	471
航空	550	435	473	543	383	459	473
货运/kcal/t-km							
汽车	922	851	778	970	1152	1160	1165
铁路	59	60	60	61	60	61	60
水运	148	218	232	180	169	152	157
航空	5178	5301	5179	4942	4898	4782	4681

注：汽油平均热值 8266kcal/升，柴油 9006kcal/升，喷气燃料 8767kcal/升。

来源：The Institute of Energy Economics, Japan, Handbook of Energy and Economic Statistics, 2016。

表 100

日本乘用车燃料经济性

	保有量/万辆		新车销量/万辆		燃料经济性/km/升			
	乘用车	微型车	乘用车	微型车	保有车辆		新增车辆	
					总计	不计微型车	总计	不计微型车
2000	3779	1008	426	127	12.8	11.8	13.8	12.6
2005	4010	1435	476	142	13.5	12.4	15.3	14.1
2010	3759	1800	388	121	14.7	13.3	17.8	16.7
2011	3710	1859	401	128	15.0	13.5	18.4	17.1
2012	3612	1935	444	157	15.3	13.8	19.3	17.8
2013	3502	2023	484	182	15.7	14.0	20.4	18.3
2014	3379	2103	445	176	16.1	14.3	22.0	19.0

注：1、乘用车为汽油汽车。

2、微型车为排量小于 0.66 升的轿车。

来源：同上表。

表 101

日本家用电器能源效率

电冰箱 (kWh/升/年, 按修订标准计)			
2005	1.5		
2010	0.7		
2011	0.6		
2012	0.6		
2013	0.6		
2014	0.55		
房间空调器 (冷暖兼用, 挂壁式, 2.8kW 节能型, 用电量/kWh)			
	制冷期	供暖期	合计
1995 年型	412	1080	1492
2000 年型	262	755	1017
2005 年型	227	692	919
2008 年型	214	644	858
2009 年型	212	637	849
2010 年型			872
2011 年型			845
2012 年型			846
2013 年型			844
2014 年型			837
彩色电视机 (32 英寸, 年用电量/kWh)			
1997 年型	235		
2000 年型	220		
2005 年型	200		
2010 年型	88		
2011 年型	77		
2012 年型	69		
2013 年型	66		
2014 年型	60		

注:1997、2000、2005 年型为 CRT (阴极射线管显示器), 2010~2014 年型为 LED (发光二极管显示屏)。

来源: The Institute of Energy Economics, Japan, Handbook of Energy and Economic Statistics, 2016。

**表 102 日本居民家庭分品种、分用途户均能耗（2014 年） 单位：1000kcal/户**

	采暖	制冷	热水	烹调	动力等	合计	比重/%
电	357	168	330	210	3178	4244	48.7
燃气	408	-	1022	283	-	1713	19.7
LPG	78	-	612	280	-	969	11.1
煤油	1351	-	379	-	-	1730	19.8
煤	-	-	9	1	-	11	0.1
太阳能	-	-	48	-	-	48	0.6
合计	2193	168	2400	775	3178	8715	100.0
比重/%	25.2	1.9	27.5	8.9	36.5	100.0	

注：1、2014 年平均每户 2.25 人。

2、煤包括型煤、薪柴、木炭等。

来源：同上表。

**表 103 日本商用建筑面积和能源消费量（2014 年）**

	建筑面积/10 <sup>6</sup> m <sup>2</sup>	能源消费量/10 <sup>10</sup> kcal
办公楼	485	8617
百货商店和超市	22.6	715
批发和零售	453	7677
饭店	65.5	3281
学校	365	3296
旅馆	90.7	3984
医院	112.9	4290
娱乐场所	35.7	1296
其他	225	6330
合计	1856	39487

来源：The Institute of Energy Economics, Japan, Handbook of Energy and Economics Statistics, 2016。

**表 104 日本商用建筑分品种、分用途单位面积能耗（2014 年） 单位：10<sup>3</sup>kcal/m<sup>2</sup>**

	供暖	制冷	热水	烹调	动力等	合计	比重/%
电力	3.4	8.9	1.7	2.5	109.6	126.1	59.3
燃气	9.2	11.7	13.6	17.1	-	51.6	24.2
油品	19.2	0.9	8.3	-	-	28.4	13.4
煤	0.5	-	2.1	0.7	-	3.3	1.6
热	0.6	1.5	1.2	-	-	3.3	1.5
合计	32.8	23.1	26.9	20.4	109.6	212.8	100.0
比重/%	15.4	10.8	12.6	9.6	51.5	100.0	

注：热包括地热和太阳能。来源：同上表。



---

2015 年，全国实施合同能源管理的节能服务公司有 5426 家；节能服务产业从业人员 60.7 万人。节能服务产业产值 3127.3 亿元；合同能源管理投资 1039.6 亿元，实现节能量 3474 万 tce。

---

来源：中国节能协会节能服务产业专业委员会。

---

我国“政府采购”是指政府机构，即各级政府机关、事业单位和团体组织使用财政性资金进行的采购活动。耗能产品采购在政府机构开支中占很大比重。政府采购对激励节能产品的生产和销售起很大作用，对节能减排起引导、示范作用。2007 年 7 月，我国建立政府强制采购节能产品制度。节能产品政府采购清单由财政部、国家发展改革委从国家采信节能产品认证机构认证的节能产品中，根据节能性能、技术水平和市场成熟程度等因素择优确定。节能产品政府采购清单明确规定政府优先采购和强制采购的节能产品类别。目前，列入节能产品政府采购清单的节能产品共有 1.5 万种，包括空调、照明、计算机、显示器、打印机、复印机、公务用车等。空调机、照明产品、电视机、电热水器、计算机、显示器、座便器、水嘴等产品为政府强制采购节能产品。2015 年，全国政府采购金额为 21071 亿元，占政府财政支出 12.0%，占 GDP 3.1%。强制和优先采购节能产品 1346 亿元，占同类产品的 71.5%；环保产品 1360 亿元，占同类产品的 81.5%。节能产品采购金额比 2014 年增长 21.8%。

---

## 七、能源贸易

**表 107 中国能源进出口**

	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
原油/Mt								
出口	10.44	8.07	3.04	2.52	2.44	1.62	0.60	2.87
进口	70.27	127.08	239.31	252.55	271.09	282.14	308.36	335.49
石油制品/Mt								
出口	10.30	16.88	30.44	30.52	28.44	32.78	33.84	40.92
进口	24.32	41.45	47.84	52.12	52.91	56.48	46.55	52.63
天然气/亿 m <sup>3</sup>								
出口	31.4	29.7	40.3	31.4	28.5	27.1	25.7	32.0
进口			164.7	307.1	398.9	518.2	583.5	603.2
煤炭/Mt								
出口	58.84	71.68	19.03	14.66	9.26	7.51	5.74	5.33
进口	2.02	26.17	164.78	222.30	288.51	327.08	291.22	204.06

注：1、2015 年天然气进口量中管道天然气 355.7 亿 m<sup>3</sup>，LNG267.5 亿 m<sup>3</sup>。

2、2011~2015 年煤炭进口包括褐煤，2015 年进口褐煤 48.32Mt。

来源：国家海关总署。

**表 108 中国能源对外依存度**

### 原油

2000 年，中国原油进口量为 70.27Mt，对外依存度为 26.4%。2015 年原油进口量达 335.5 Mt，出口 2.9 Mt，净进口量 322.6 Mt，消费量 547.5 Mt，对外依存度达 60.7%。

### 天然气

2000 年，出口天然气 31.4 亿 m<sup>3</sup>。2008 年进口 46.4 亿 m<sup>3</sup>，出口 32.5 亿 m<sup>3</sup>，净进口 13.9 亿 m<sup>3</sup>。2015 年天然气（管输气加液化天然气）进口达 603.2 亿 m<sup>3</sup>，出口 32.0 亿 m<sup>3</sup>，净进口量 571.2 亿 m<sup>3</sup>，消费量 1931 亿 m<sup>3</sup>，对外依存度达 29.6%。

### 煤炭

2000 年，中国出口煤炭 58.84Mt，进口仅 2.02 Mt。2009 年进口 129.83 Mt，进口 22.40 Mt，成为煤炭净进口国。近年东南沿海地区进口煤价低于国产煤，进口量激增，2015 年达 204.06 Mt，出口 5.33 Mt，净进口量达 198.73 Mt。消费量 3969 Mt，进口对外依存度为 5.0%。

表 109

## 世界石油贸易 (2015 年)

单位: Mt

	进口		出口	
	原油	油品	原油	油品
美国	366.0	98.1	24.5	198.3
加拿大	32.7	29.3	159.4	30.0
墨西哥	-	37.0	59.8	8.2
中南美	20.1	91.3	172.4	29.0
欧洲	488.1	184.0	10.2	129.2
俄罗斯	2.9	2.0	254.7	150.1
中东	7.9	37.1	879.6	141.3
北非	8.1	32.7	61.5	19.0
西非	0.5	28.1	215.5	6.2
东南非	6.7	22.4	8.4	1.5
澳大利亚	24.5	25.8	9.2	3.0
中国	335.8	69.5	2.8	36.7
印度	195.1	23.3	0.2	55.0
日本	167.8	46.7	0.3	17.5
新加坡	45.7	125.7	0.1	88.7
亚太其他	252.3	163.3	37.8	103.6
世界总计	1977.2	1029.3	1977.2	1029.3

注：出口不包括船用油，不包括地区内部贸易。

来源：BP Statistical Review of World Energy, June 2016。

表 110

## 中国石油进出口

单位：万 t

		2010	2011	2012	2013	2014	2015
原油和石油制品 总计	进口	28715.5	30586.9	32651.8	33862.4	35490.5	38811.7
	出口	3348.2	3310.8	3090.2	3439.9	3444.1	4379.0
	净进口	25367.3	27276.1	29561.6	30422.5	32046.3	34432.7
原油	进口	23931.1	25254.9	27109.1	28214.4	30835.7	33549.1
	出口	304.2	252.2	243.5	162.0	60.0	286.6
	净进口	23626.9	25002.7	26865.6	28052.4	30775.7	33262.5
石油制品	进口	4784.4	5332.0	5291.1	5648.0	4654.6	5262.6
	出口	3044.0	3058.6	2846.7	3277.9	3384.1	4092.4
	净进口	1740.4	2273.4	2695.5	2370.1	1270.5	970.2
汽油	进口	0	0	0.5	0	3.4	17.0
	出口	517.1	406	292.2	468.8	498.4	589.9
	净进口	-517.1	-406.0	-291.7	-468.8	-495.0	-572.9
煤油	进口	486.8	614.9	620.7	668.9	391.4	346.1
	出口	604.8	656.6	745.1	917.5	1051.1	1235.9
	净进口	-118.0	-41.6	-124.4	-249.0	-659.7	-889.8
柴油	进口	179.9	244.1	94.7	26.7	47.0	42.8
	出口	467.3	203.1	186.2	278.2	400.0	716.4
	净进口	-287.4	40.9	-91.5	-251.5	-353.0	-673.6
燃料油	进口	2301.4	2675.0	2680.8	2346.7	1782.6	1556.2
	出口	989.5	1233.9	1163.6	1135.0	940.2	1052.9
	净进口	1311.9	1441.4	1517.1	1211.7	842.4	503.3

注：原油加工和石油制品包括汽油、柴油、煤油、燃料油、石脑油、润滑油、液体石蜡、石油沥青、石油焦和非液化石蜡等全部石油产品。

来源：国家海关总署。

表 111

## 中国原油进口来源

单位：万 t

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
中东	11275.6	13004.3	13498.4	14654.2	16058.0	17016.0
沙特阿拉伯	4463.0	5027.8	5390.1	5389.9	4966.2	5054.2
阿曼	1586.8	1815.3	1957.4	2548.2	2974.3	3206.4
伊拉克	1123.8	1377.4	1568.5	2351.4	2858.0	3211.4
伊朗	2132.0	2775.7	2201.0	2144.1	2746.1	2661.6
阿联酋	528.5	637.5	874.4	1027.6	1165.2	1257.0
科威特	983.4	954.2	1049.2	934.7	1062.0	1442.8
非洲	7085.3	6014.7	6469.9	6423.9	6804.1	6445.6
安哥拉	3938.2	3115.0	4015.6	4001.3	4065.0	3871.8
苏丹	1259.9	1298.9	290.6	595.3	821.7	800.0
刚果	504.8	563.1	536.6	707.8	705.2	586.2
利比亚	737.3	259.2	730.7	239.5	96.6	214.6
亚太	880.1	863.7	775.1	644.0	600.9	831.4
澳大利亚	287.0	408.0	371.6	302.6	272.6	238.9
越南	68.3	74.5	64.7	148.3	148.3	211.7
蒙古	28.7	45.8	61.3	103.1	103.1	110.4
其他	4686.8	5495.3	6365.7	6492.3	7372.7	9256.1
俄罗斯	1524.5	1972.5	2433.0	2444.6	3310.8	4243.2
委内瑞拉	755.0	1151.8	1529.0	1574.8	1378.8	1600.9
巴西	804.8	671.0	607.1	524.1	700.2	1391.8
哈萨克斯坦	1005.4	1121.1	1070.4	1189.1	568.6	499.1
总进口量	23931.1	25378.0	27109.1	28214.4	30835.7	33549.1
OPEC	15102.7	15782.9	17898.2	18036.0	18738.2	19576.3

来源：国家海关总署。

表 112

## 中国石油进出口金额

单位：亿美元

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
原油						
进口	1353.0716	1967.8800	2206.6592	2195.4864	2281.3844	1341.5200
占比/%	9.59	11.29	12.14	11.26	11.64	1.28
出口	16.4481	19.0568	22.2603	14.6257	4.9043	15.4564
占比/%	0.11	0.10	0.11	0.07	0.03	0.01
成品油						
进口	224.6763	327.7997	329.9300	317.0028	233.7095	143.4748
占比/%	1.59	1.88	1.81	1.63	1.00	0.14
出口	170.2797	207.6604	213.2889	245.1032	254.0221	190.9844
占比/%	1.10	1.09	1.04	1.11	1.08	0.14

注：占比为占全国进出口总额的比例。

来源：国家海关总署。

表 113

## 世界煤炭贸易 (2015 年)

单位: Mt

	2014	2015
出口		
澳大利亚	358	329
印尼	422	295
哥伦比亚	74	81
南非	74	75
美国	107	74
世界	1420	1377
进口		
印度	152	212
中国	327	204
欧盟	171	192
日本	186	191
韩国	131	135
世界	1420	1377

表 114

## 世界天然气贸易 (2015 年)

单位: 亿 m<sup>3</sup>

	管输	LGN	合计
出口			
俄罗斯	1930	145	2075
卡塔尔	198	1064	1262
挪威	1095	60	1155
加拿大	743	-	743
阿尔及利亚	250	162	412
马来西亚	127	327	454
荷兰	406	12	418
美国	497	8	505
土库曼斯坦	381	-	381
澳大利亚	-	310	310
印尼	105	219	324
世界	7041	3383	10424
进口			
日本	-	1180	1180
德国	1040	-	1040
美国	744	26	770
中国	336	262	598
意大利	502	60	562
韩国	-	437	437
土耳其	397	75	472
英国	290	128	418
法国	359	66	425
西班牙	152	131	283
比利时	237	38	275
俄罗斯	169	-	169
加拿大	198	6	206
乌克兰	162	-	162
世界	7041	3383	10424

来源: BP Statistical Review of World Energy, June 2016。

表 115

中国主要高耗能产品进出口量

	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
进口								
钢材/万 t	1596	2582	1643	1558	1366	1408	1443	1278
铜及铜合金/万 t	81	142	338	329	398	384	422	425
铝及铝合金/万 t	91	64	36	33	64	48	35	22
肥料/万 t	1189	1397	718	795	843	793	959	1116
纸浆/万 t	335	759	1137	1445	1646	1685	1796	1984
纺织用合成纤维/万 t	100	84	37	35	33	38	34	34
出口								
水泥/万 t	605	2216	1616	1061	1200	1454	1391	1575
平板玻璃/万 m <sup>2</sup>	5592	19925	17398	18726	17632	19506	21896	21460
钢材/万 t	621	2052	4256	4888	5573	6233	9378	11240
铜材/万 t	14	46	51	50	49	49	51	47
铝材/万 t	13	71	218	300	283	307	367	420
锌及锌合金/万 t	59	15	4	5	0.8	0.5	13.3	9.7
纸及纸板/万 t	65	167	380	450	471	565	630	590

来源：国家统计局



## 八、能源价格和税

表 116

中国能源价格指数（上年=100）

	煤及制品零售 价	石油及制品 零售价	燃料零售价	企业燃料电力 购进价	出厂价			
					煤炭	石油和天然气	电力	燃气
2000			117.7	115.4	98.1	144.3	102.4	
2001			102.4	100.2	106.5	99.1	102.3	
2002			102.0	100.1	111.6	95.2	100.8	
2003	102.2	111.2	109.3	107.4	103.8	119.1	100.9	
2004	119.2	110.6	112.4	109.7	116.8	119.6	102.4	
2005	121.5	113.6	115.4	115.0	123.2	129.9	104.2	104.0
2006	107.2	113.6	112.4	111.9	105.0	122.0	102.8	106.8
2007	104.9	104.1	104.2	104.3	103.8	102.0	102.2	104.8
2008	127.0	113.4	116.0	120.6	128.7	122.1	101.9	105.9
2009	106.8	89.1	92.7	89.2	101.9	66.0	102.4	100.5
2010	107.0	113.9	112.3	116.3	110.0	137.8	102.0	105.4
2011	110.4	111.3	111.1	110.8	110.2	124.5	101.6	109.4
2012	101.7	103.2	102.9	100.9	97.0	99.6	103.7	102.0
2013	98.5	100.2	99.9	96.6	88.7	96.5	100.2	102.1
2014	97.0	99.6	99.2	97.1	89.0	96.8	100.2	103.5
2015	96.6	86.0	87.7	88.7	85.3	65.1	98.7	97.0

来源：国家统计局。

表 117

## 国际市场原油现货价格

单位：美元/桶

年份	迪拜	布伦特	尼日利亚福卡多斯	西得克萨斯中 间基原油 (WTI)
1991	16.63	20.00	20.11	21.54
1992	17.16	19.32	19.61	20.57
1993	14.95	16.97	17.41	18.45
1994	14.74	15.82	16.25	17.21
1995	16.10	17.02	17.26	18.42
1996	18.52	20.67	21.16	22.16
1997	18.23	19.09	19.33	20.61
1998	12.21	12.72	12.62	14.39
1999	17.25	17.97	18.00	19.31
2000	26.20	28.50	28.42	30.37
2001	22.81	24.44	24.23	25.93
2002	23.74	25.02	25.04	26.16
2003	26.78	28.83	28.66	31.07
2004	33.64	38.27	38.13	41.49
2005	49.35	54.52	55.69	56.59
2006	61.50	65.14	67.07	66.02
2007	68.19	72.39	74.48	72.20
2008	94.34	97.26	101.43	100.06
2009	61.39	61.67	63.35	61.92
2010	78.06	79.50	81.05	79.45
2011	106.18	111.26	113.65	95.04
2012	109.08	111.67	114.21	94.13
2013	105.47	108.66	111.95	97.99
2014	97.07	98.95	101.35	93.28
2015	51.20	52.39	54.41	48.71

来源：BP Statistical Review of World Energy, June 2016。

表 118

各国汽油零售价（2015 年 8 月 3 日）

单位：美元/升

委内瑞拉	0.02	美国	0.77	德国	1.60
利比亚	0.14	巴西	0.97	意大利	1.80
沙特阿拉伯	0.18	加拿大	0.99	英国	1.82
科威特	0.21	澳大利亚	1.01	荷兰	1.90
土库曼斯坦	0.28	印度	1.05	中国香港	1.93
伊朗	0.34	中国	1.08	挪威	1.93
马来西亚	0.54	日本	1.30		
俄罗斯	0.60	法国	1.58		

表 119

中国部分城市汽油零售价

单位：元/t

	2010 年 1 月	2011 年 2 月	2012 年 3 月	2013 年 5 月	2014 年 2 月	2015 年 5 月	2016 年 5 月
北京	8612	9280	10380	9420	9735	8237	7036
沈阳	8326	8835	9935	8975	9530	8448	7907
上海	8777	9260	10360	9400	9715	8170	6970
武汉	8353	8860	9960	9000	9555	7920	6864
广州	8655	8915	10015	9055	9610	8197	7009
成都	8560	9035	10135	9195	9150	8250	6943
西安	8327	8820	9920	8960	9515	8170	6983

注：汽油是符合国家标准（北京、上海、广州为地方标准）的 90 号汽油。

表 120

## 国际市场天然气价格

单位：美元/百万英热单位（到岸价）

年份	LNG, 日本	天然气			原油, OECD 平均 CIF
		德国进口	美国井口	加拿大井口	
1990	3.64	2.78	1.64	1.05	3.82
1995	3.46	23.9	1.69	0.89	2.96
2000	4.72	2.89	4.23	3.75	4.83
2001	4.64	3.66	4.07	3.61	4.08
2002	4.27	3.23	3.33	2.57	4.17
2003	4.77	4.06	5.63	4.83	4.89
2004	5.18	4.32	5.85	5.03	6.27
2005	6.05	5.88	8.80	7.26	8.74
2006	7.14	7.85	6.76	5.83	10.66
2007	7.73	8.03	6.95	6.17	11.95
2008	12.55	11.56	8.85	7.99	16.76
2009	9.06	8.52	3.89	3.38	10.41
2010	10.91	8.01	4.39	3.69	13.47
2011	14.73	10.48	4.01	3.47	18.56
2012	16.75	11.93	2.76	2.27	18.82
2013	16.17	10.73	3.71	2.93	18.25
2014	16.33	9.11	4.35	3.87	16.80
2015	10.31	6.61	2.60	2.01	8.77

注：1 百万英热单位=28m<sup>3</sup>天然气。

来源：BP Statistical Review of World Energy, June 2016。

表 121

## 部分国家终端用户天然气价格

单位：美元/toe

	2005	2010	2011	2012	2013	2014
美国						
工业	361.3	230.4	218.2	165.8	198.8	232.7
发电	362.1	223.8	208.5	150.7	190.7	224.5
民用	546.8	477.5	470.6	456.4	440.0	536.0
加拿大						
工业	323.4	177.9	199.2	153.8	177.3	203.7*
发电	248.1	227.2	205.2	168.8	207.4	—
民用	467.7	478.6	479.6	444.0	436.9	646.6*
英国'						
工业	332.0	365.3	459.2	496.8	541.3	517.6
发电	238.4	291.6	396.5	437.3	464.5	350.6*
民用	502.3	731.3	870.3	932.6	977.4	1078.1
德国						
工业	—	666.9	753.9	832.0	747.0	—
民用	—	1069.7	1276.2	1272.7	1147.5	—
法国						
工业	366.9	538.3	665.7	660.8	669.8	635.2
民用	656.1	960.3	1121.2	1082.4	1158.3	1155.8
日本						
工业	446.1	705.2	909.6	995.1	931.0	—
民用	1384.0	1836.8	2140.1	2192.1	1887.9	—
韩国						
工业	435.9	678.1	776.7	837.2	1016.7	—
民用	586.5	728.3	840.4	894.0	979.5	—
OECD 平均						
工业	362.1	358.5	382.4	360.9	394.1	320.2*
民用	639.1	757.1	766.8	797.4	800.8	821.0

注：1、1toe=1111m<sup>3</sup>天然气。

2、\*2014年3季度。

来源：IEA, Prices and Taxes。译载《国际石油经济》2015, No.6。

表 122 中国城市民用天然气价格（2015 年 3 月）单位：元/m<sup>3</sup>

北京	2.28
呼和浩特	1.82
沈阳	3.30
大庆	1.65
上海	3.00
福州	3.65
厦门	4.00
武汉	2.53
广州	3.45
成都	1.89
重庆	1.72
西宁	1.48
西安	1.98
兰州	1.70
乌鲁木齐	1.30

表 123 国际市场煤价 单位：美元/t

年份	西北欧标价	日本进口炼焦煤到岸价	日本进口动力煤到岸价
1990	43.48	60.54	50.81
1995	44.50	54.47	47.58
1996	41.25	56.68	49.54
1997	38.92	55.51	45.53
1998	32.00	50.76	40.51
1999	28.79	42.83	35.74
2000	35.98	39.69	34.58
2001	39.03	41.33	37.96
2002	31.65	42.01	36.90
2003	43.60	41.57	34.74
2004	72.08	60.96	51.34
2005	60.54	89.33	62.91
2006	64.11	93.46	63.04
2007	88.79	88.24	69.86
2008	147.67	179.03	122.81
2009	70.66	167.82	110.11
2010	92.50	158.95	105.19
2011	121.52	229.12	136.21
2012	92.50	191.46	133.61
2013	81.69	140.45	111.16
2014	75.38	114.41	97.65
2015	56.64	93.85	79.47

来源：BP Statistical Review of World Energy, June 2016。

表 124

中国国有重点煤矿煤炭平均出矿价 单位：元/t

年份	商品煤平均售价
1997	166.34
1998	160.20
1999	142.74
2000	140.19
2001	150.99
2002	167.39
2003	175.66
2004	206.43
2005	291.06
2006	301.55
2007	330.08
2008	463.12
2009	418.0
2010	441.0
2011	467.5
2012	459.5
2013	450.8
2014	401.2
2015	342.2

来源：中国煤炭工业协会；国家统计局。

表 125

中国煤炭价格链（5500kcal/kg 动力煤）

单位：元/t

	2012 年末	2014 年 6 月	2016 年 3 月
山西大同出矿价	500	370	200
秦皇岛港大同煤平仓价	635	525	385
广州港市场价	710	592	435
广州港进口澳大利亚煤市场价	680	585	415

注：出矿价含税。

表 126

部分国家终端用户电价（2014 年）

单位：美分/kWh

	工业	民用
美国	7.0	12.5
日本	18.8	25.3
德国	17.9	39.5
法国	12.6	20.7
英国	15.4	25.6
意大利	32.8	30.7
加拿大	9.6*	10.4*
瑞典	8.2	21.5

注：\*为 2013 年。

来源：IEA, Energy Prices and Taxes。

表 127

美国民用能源价格

	汽油/美分/升	民用天然气/美分/m <sup>3</sup>	民用电/美分/kWh
2000	39.9		8.2
2005	60.0	60.7	9.5
2010	73.5	53.0	11.6
2014	88.9	59.5	12.5
2015	64.4	56.3	12.6

来源：同上表。



## 九、能源科技

表 128

中国能源和高耗能行业企业研究开发经费

单位：亿元

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
全国工业企业总计	4015.4	5993.8	7200.6	8318.4	9254.3	10013.9
煤炭开采和洗选	108.7	145.1	157.9	156.6	151.5	143.3
石油和天然气开采	88.1	82.1	86.2	80.7	84.4	62.5
石油加工、炼焦和核燃料加工	43.8	62.5	81.6	89.3	106.6	100.8
电力、热力生产和供应	31.9	42.8	46.8	58.4	61.9	81.4
钢铁	402.1	512.6	627.8	633.0	642.0	561.2
有色金属	118.9	190.2	271.2	301.1	330.6	371.5
建材	81.3	139.7	163.6	215.0	246.5	277.6
化工	247.5	469.9	553.6	660.4	746.5	794.4
化学纤维	41.0	58.8	63.4	66.8	75.0	78.5
食品、饮料、烟草	98.8	147.5	186.7	203.4	232.4	246.2
纺织、服装	101.2	165.0	193.6	227.8	251.9	297.8
造纸和纸制品	36.7	55.9	75.8	87.8	91.4	107.6
交通运输设备制造	582.2	785.3	913.4	1052.3	1213.3	1340.1
电气机械及器材制造	425.1	624.0	704.2	815.4	922.9	1012.7
通信设备、计算机及其他电子设备制造	686.3	941.1	1064.7	1252.5	1392.5	1611.7
通用设备和专用设备制造	472.2	772.3	899.5	1060.2	1161.5	1199.7

注：2010 年为大中型企业，2011~2015 年为规模以上企业。

来源：国家统计局。

表 129

## 美国能源部研究开发经费

单位：百万美元

	2015 年度拨款	2016 年度申请
能源项目		
能源效率和可再生能源	1914.2	2773.0
能源供应和能源可靠性	147.0	270.0
核能	883.4	907.6
化石能源		
洁净煤技术	-6.6	0
化石能源研究开发	560.6	560.0
海军石油和油页岩储备	20.0	17.5
战略石油储备	200.0	257.0
东北家庭采暖用油储备	1.6	7.6
合计	791.1	842.1
铀浓缩研究和放射性污染清除基金	625.0	542.3
能源信息署	117.0	131.0
非防务环境净化	246.0	220.2
科学	5066.7	5339.8
先进研究计划署—能源	280.0	325.0
能源部机关	125.1	153.5
监察长办公室	40.5	46.4
创新技术贷款担保	17.0	0
先进技术汽车制造贷款	4.0	6.0
总计	10208.0	11538.0

注：科学项目包括基础科学、高能物理、生物和环境研究、核物理、超级计算机、聚变能研究、其他，2013 年经费分别为 16.57、7.77、6.25、5.27、4.56、4.98 和 4.10 亿美元，合计 49.92 亿美元。

来源：Department of Energy, Budget by Appropriation 2016。

表 130

## 中国领先美国的能源技术

中国已有 7 项技术领先美国：特高压输电，高速铁路，超超临界火力发电，核电，新能源汽车，可再生能源，超级计算机。（美国前能源部长朱棣文，2010-12）

**特高压输电。**2015 年，中国已建成 6 条特高压输电线路，总长 9965km，输送容量 40GW。1000kV 交流，晋东南—荆州，654km；±800 直流，四川复龙—上海，云南—广东，锦屏—苏州，宜宾—金华，哈密—郑州，共计 9311km。在建 7 条，1000kV 交流，淮南—上海，锡盟—山东，蒙西—天津，共计 2118km；±800kV，宁东—浙江，酒泉—湖南，内蒙古—山东，锡盟—泰州，共计 8207km。

**高速铁路。**2015 年末，中国已建成高速铁路 1.9 万 km，占全球的 60%。2014 年，中国推出 CRH-380 系列高速电力动车组，最高商业运营时速达 380km，是世界最快动车组。

**超超临界火力发电。**2015 年，中国已有 82 台百万千瓦超超临界机组在运行，超过其他国家的总和。上海外高桥三厂百万千瓦超超临界机组供电煤耗 279.39gce/kWh，净效率达 44%。

**核电。**到 2015 年 10 月，中国投入商业运营的核电机组有 27 台，总装机容量 25.50GW；在建 25 台，27.51GW。中国在引进技术基础上研发的 CAP-1400（1400MW）先进压水堆机组即将开工建设。中国自主研发的华龙一号百万千瓦核电机组，采用世界最新技术标准，满足世界最高安全要求。2015 年 5 月，福建福清核电站华龙一号示范工程（2 台机组）开工建设。华龙一号将向巴基斯坦和阿根廷等国出口。

**可再生能源。**2015 年，中国可再生能源发电装机容量达 4.8 亿 kW，居世界首位。其中，水电 3.0 亿 kW，发电 10985 亿 kWh，占全国总发电量的 19.6%；风电 1.29 亿 kW，发电 1863 亿 kWh，占 3.3%；光伏发电 4318 万 kW，392 亿 kWh，占 0.7%；生物质发电 1031 万 kW，527 亿 kWh，占 0.9%。

**超级计算机。**中国研制的神威太湖之光超级计算机，峰值计算速度每秒 12.59 亿亿次，持续计算速度 9.3 亿亿次。在国际 TOP500 组织 2016 年 6 月 20 日公布的全球超级计算机 500 强排行榜上，登上榜首。

表 131

## 中国洁净煤技术进展

选煤	2015 年原煤入选率 65.9%，洗选原煤 2470Mt。
型煤	目前民用型煤年产销量超过 40Mt。
水煤浆	2014 年产能 130Mt，用作燃料的 30Mt，用作气化原料的 100Mt。
超超临界火电机组	2015 年，1000MW 超超临界机组有 82 台在运行。
循环流化床锅炉	2015 年已使用 3000 台，总容量 100GW，其中 300MW 的 65 台，已建成 600MW 超临界 CFBC。
煤气化联合循环发电	250MW 示范厂 2012 年在天津建成投产。
电厂大气污染物控制	2015 年，烟气脱硫装置已建成 820GW，占煤电装机容量的 92.8%；建成脱硝装置 850GW，占煤电装机容量的 95.0%。
煤化工	2015 年，煤制天然气产量 16 亿 m <sup>3</sup> ，煤制甲醇 33.0Mt，煤制烯烃 6.48Mt，煤制油 1.32Mt。2015 年，神华百万吨煤直接液化示范工程平稳运行，兖矿百万吨间接液化项目投入运行，神华宁煤 400 万 t 间接液化示范工程正在建设。

来源：中国煤炭加工利用协会；煤炭工业洁净煤工程技术研究中心；中国电力企业联合会；中国石油和化学工业联合会。

表 132

中国高耗能工业节能技术进步

	2000	2010	2012	2013	2014	2015	节能效果
煤炭							
原煤洗选比重/%	24.3	50.9	56.0	60.0	62.5	65.9	可节煤 10%以上, 2015 年少排 SO <sub>2</sub> 11.4Mt, CO <sub>2</sub> 490Mt
千万吨级煤矿数/座	1	35	43	50	53	57	千万吨级矿井生产效率已达世界先进水平
电力							
300MW 及以上机组占 火电装机容量比重/%	42.7	72.7	73.6	76.3	77.7	84.2	<100MW 机组供电煤耗 380 ~ 500gce/kWh, >300MW 机组 290 ~ 340 gce/kWh
百万千瓦超超临界机组 /台	0	33	59	63	70	82	供电煤耗比火电平均值少 27gce/kWh
钢铁							
高炉喷煤/kg/t 生铁	118	149	150	149	146	142	喷 1t 煤代焦, 工序能耗减少 90kgce/t
连铸比	82.5	99.47	99.55	99.63	99.71	99.27	加工 1t 钢坯可节能 200 kgce
干熄焦普及率/%	6	80	85	90	92	95	处理 100 万 t 红焦可节能 10 万 tce
电解铝							
大型预焙槽占产量比重 /%	52	90	95	95	98	98	160kA 以上大型预焙槽比自焙槽节电 9%
化工							
离子膜法占烧碱产量比 重/%	24.9	76.0	85.1	87.1	87.6	95.0	吨碱电耗比隔膜法少 123kWh
石化							
千万吨级炼油厂数/座	4	20	21	22	25	24	吨加工量能耗比行业平均值低 22%
新型干法产量占水泥产 量比重/%	12	80	92	93	95	97	大型新干法生产线热耗比机立窑低 40%
水泥散装率/%	28	48.1	54.2	55.9	57.6	58.4	1 亿 t 水泥散装与袋装相比, 可节省纸袋耗用木材 330 万 m <sup>3</sup> , 避免纸袋破损 4.5%, 节能 237 万 tce
浮法工艺产量占平板玻 璃产量比重/%	57	85	85	86	87	90	浮法工艺综合能耗比垂直引上工艺低 16%

注: 干熄焦普及率是钢铁行业干熄焦处理量占焦炭产量比重。

来源: 中国煤炭加工利用协会; 中国电力企业联合会; 中国钢铁工业协会; 中国有色金属工业协会; 中国建筑材料工业协会; 中国建筑玻璃与工业玻璃协会。

表 133

中、美煤炭工业主要指标比较 (2014 年)

	中国	美国
原煤产量/Mt	3874	1154
煤炭出口量/Mt	5.74	143.71
煤炭进口量/Mt	291.22	11.31
煤炭消费量/Mt	4121	831.6
发电用煤占比/%	46	93
露天矿产量比重/%	12.0	65.3
矿井平均开采深度/m	456	90
煤炭平均出矿价/美元/t	65.3	44.4*
生产煤矿数/个	1.1 万	1061*
煤炭工业职工数/万人	611	11.55
原煤生产效率/t/人/年	633	9990
煤矿职工平均工资	9527 美元/年*	82058 美元/年
煤矿事故死亡人数/人	931	16
煤矿事故死亡率/人/Mt	0.24	0.015

注：1、美国商品煤占原煤比例按 86%计算。

2、中国矿井平均开采深度为大中型矿井。

3、中国煤炭平均出矿价为国有重点煤矿。

4、中国发电用煤包括电厂供热。

5、人民币兑美元汇率 2014 年平均为 1 美元=6.1428 元人民币。

6、\*为 2013 年。

来源：国家统计局；中国煤炭工业协会；DOE/EIA; National Mining Association。

# 十、能源与环境

表 134

中国的环境污染和生态破坏

## 1. 环境污染和碳排放

### 1.1 大气污染

中国大气污染十分严重，已成为一种环境灾害。

2015 年，全国排放 SO<sub>2</sub> 18.59Mt，NO<sub>x</sub> 18.52Mt。SO<sub>2</sub> 排放量相当于环境自净能力的 1.5 倍。

烟尘污染加剧。2013 年，出现雾霾天气的大气中 PM<sub>2.5</sub> 突然达到空前的高浓度，成为堪比伦敦和洛杉矶烟雾事件的环境灾害。2013 年 1 月，北京雾霾天气肆虐 26 天。1 月 12 日，PM<sub>2.5</sub> 浓度高达 786 μg (微克)/m<sup>3</sup>，比世界卫生组织确定的日均浓度安全水平高 30 倍。2013 年 12 月，浓重雾霾笼罩中东部地区 25 个省份的 104 个城市，蔓延近半国土，持续 9 天之久。上海 PM<sub>2.5</sub> 浓度达 603 μg/m<sup>3</sup>。中小学停课，航班取消，高速封路。据 2013 年 3 月 31 日发布的《2010 全球疾病负担报告》(50 个国家近 500 名科学家共同参与完成)，2010 年中国室外空气颗粒物(主要是 PM<sub>2.5</sub>) 污染导致 120 万人死亡。北京肺癌发病率从 2003 年的 44.56/10 万上升到 2014 年的 63.20/10 万。空气污染是主要致病因素。2015 年，全国 336 个城市 PM<sub>2.5</sub> 年平均浓度为 50.2 μg/m<sup>3</sup>，为世界卫生组织设定的准则值的 5 倍。

北京根治雾霾需要 30 年。(北京市环保局，2015-12-23)

此外，大气中 NO<sub>x</sub> 形成光化学烟雾(臭氧约占 90%) 污染也已成为一个严重的环境问题。光化学烟雾会使肺功能受损，刺激眼、鼻、喉，导致头痛、恶心，也是城市能见度下降的主要原因。2013 年 8 月，北京大气中臭氧浓度超标，超过 PM<sub>2.5</sub> 成为首要大气污染物。

### 1.2 室内空气污染

世界银行认为，居民家庭燃烧固体燃料(煤和柴草) 造成的室内空气污染对健康的损害，是中国能源环境的首要问题。据世界卫生组织调查，2012 年，全球室内空气污染导致的死亡人数达 430 万，为室外空气污染导致死亡人数的 1.6 倍。

2015 年，我国有 6.3 亿居民的采暖、热水和烹调使用固体燃料，其中煤炭 3.0 亿 t (环保部，2016)，4.5 亿人使用；生物质(薪柴和秸秆) 1.0 亿 tce，1.8 亿人使用(清华大学建筑节能研究中心，2016)。

传统煤炉热效率 20~25%，节煤炉灶 40%；传统烧柴炉灶热效率仅 15%，省柴灶 30%，仍是很低的。固体燃料低效燃烧，排放大量污染物，包括碳氢化合物，多环芳烃，硫氧化物，氟化物，金属和非金属氧化物，悬浮颗粒物等。这些污染物会导致呼吸系统疾病、肺癌、心血管疾病、砷中毒等病症。据世界卫生组织调查，河北、吉林农村室内燃煤排放的颗粒物浓度达 1900~2500 毫克/m<sup>3</sup>。云南宣威肺癌高发区，烧烟煤的农村居民家庭室内空气中的苯并芘浓度高达 6.26 微克/m<sup>3</sup>，为卫生标准的 2000 倍。

中国农村居民使用固体燃料造成的室内空气污染，导致呼吸系统疾病高发病率和死亡率。2014 年，全国农村呼吸系统疾病死亡率高达 80.02 人/10 万人，城镇 74.17 人/10 万人。按城乡人口计算，共计死亡 105 万人。(2015 中国统计年鉴，741~742 页)

### 1.3 水污染

据环保部调查，目前全国 70% 的江河湖泊被污染，75% 的湖泊出现不同程度的富营养化。富营养化是排入水中的含氮、磷污水产生的蓝藻死亡后的分解过程中，消耗水中的氧，并产生硫化氢等有害气体，使水质恶化，会导致鱼类死亡，不能饮用。长江南京以下江段盛产的鲥鱼、刀鱼比 1970 年代减少 80% 以上。中华鲟等珍稀鱼类濒临灭绝。

90% 流经城市的河段受到严重污染。近 60% 的地下水水源水质差，其中 16.8% 极差。

2015 年，全国排放化学需氧量(COD) 22.24 万 t，氨氮 229.9 万 t。COD 主要反映水体受有机物污染的程度。2015 年 COD 排放量相当于全国水环境承受力的 3 倍，污染十分严重。

2015 年，全国农村仍有 4200 多万居民得不到安全饮用水，2010 年有 2.98 亿人。有毒有害化学品污染水体，导致多起突发环境事件，惊现“癌症村”。(环境部，2013)

### 1.4 土壤污染

我国耕地质量严重恶化。据国土资源部调查，东北地区耕地有机质含量 2014 年比 1980 年下降 22%，导致土壤肥力大幅下降。2014 年，全国耕地有机质平均含量仅为 2.08% (农业部调查)，而肥沃土壤的

有机质含量达 20%以上。耕地有机质含量下降的主要原因是过度施用化肥和农药，污水灌溉，秸秆不还田。北大荒黑土地土层厚度 1950 年代为 80~100cm，目前已减到 20~40cm。

据环保部 2014 年“全国土壤污染状况调查报告”，全国土壤总超标率达 16.1%。污染物主要有：镉，镍，砷，；有机污染物次之；滴滴涕超标率最高。耕地点位超标率 19.4%，污染物主要有：镉，镍，铜，砷，汞，铅，滴滴涕，多环芳烃。

镉、汞、铅、镍、砷等重金属主要来自燃煤排放、化工厂和有色金属企业排放。重金属污染地表水、地下水和土壤，通过植物和动物食物链进入人体，严重损害人体健康。汞会损害脑组织，迄今无有效疗法。镉影响肝、肾的正常功能，并导致骨质疏松，引起贫血。铅会使中枢神经受损，导致智力障碍，听力下降，畸形发育等。

重金属污染的危害日益严重。湖南、广东、福建、云南、陕西等地儿童血铅超标，贵州、新疆出现砷中毒，黑龙江发现汞中毒。

全国受重金属污染的耕地已达 2000 万公顷，占全国耕地面积的 1/6。（经济日报，2014-01-04）每年减少粮食产量 1000 万 t，受重金属污染的粮食 1200 万 t。珠三角遭受大面积重金属污染。2013 年 5 月，含镉“毒大米”被曝光。珠三角 1/5 蔬菜重金属含量超标。

## 1.5 CO<sub>2</sub> 排放

中国 2010 年超过美国成为世界最大 CO<sub>2</sub> 排放国。2015 年，中国化石燃料燃烧排放的 CO<sub>2</sub> 为 8674Mt（煤炭消费量按商品煤计算，按原煤计算为 9534Mt），占世界总排放量的 24.2%，比美国多 48%，其中燃煤排放的占 78.2%。2015 年，中国人均 CO<sub>2</sub> 排放量为 6.31t，相当于世界平均值的 129%。

## 2. 生态破坏

### 2.1. 水土流失

据全国第一次水利普查（2010~2012 年），我国水土流失面积为 294.91 万 km<sup>2</sup>，占国土面积的 30.7%。全国每年损失耕地 100 万亩。

大规模开发建设是导致人为水土流失的主要原因。主要是植被严重破坏造成的。严重的水土流失是我国生态恶化的集中反映，威胁国家生态安全、饮水安全、防洪安全和粮食安全，制约经济社会发展。

水土流失导致土壤肥力下降，耕地减少，河道淤积。每年流失的 50 亿 t 土壤中的氮、磷、钾肥相当于一年的化肥用量。（环保部）

### 2.2. 荒漠化

荒漠化是干旱少雨、植被破坏、大风吹蚀、流水侵蚀、土壤盐渍化导致大片土壤生产力下降或丧失的过程。

2009 年，全国荒漠化土地面积 262.37 万 km<sup>2</sup>，土地沙化面积 173.11 万 km<sup>2</sup>。有 4 亿人口受荒漠化威胁，全国贫困人口有一半生活在这些地区。（国家林业局，2011 年）土地沙化以后，在大风作用下形成沙尘暴。春季的沙尘暴从西北地区东行南下，侵袭京津冀，直至长江下游北部。

2014 年，据国家林业局第 5 次监测结果，全国荒漠化土地面积 261.16 万 km<sup>2</sup>，土地沙化面积 172.12 万 km<sup>2</sup>，分别占国土面积的 27.20%和 17.93%。

由此可见，近 5 年全国荒漠化和沙化面积几乎无变化。“治理成绩与荒漠化沙化情况相比只是九牛一毛。”（国家林业局，2015-12-29）荒漠化沙化治理任重道远。

### 2.3. 草原退化

我国草地面积约为 4 亿公顷。目前，全国 90%的草原存在不同程度的退化、沙化，40%的重要湿地面临退化威胁，11%的高等植物和 21%的脊椎动物受到威胁。（环保部，2015-08-07）50%的草原严重退化，将逐渐变成沙地、盐碱地这种不毛之地。

草原退化是土地荒漠化的主要表现形式。导致土地沙化，加之过度放牧，草本植物遭受大面积破坏，草群变矮变稀，对畜牧业冲击很大。土壤贫瘠，保持水土能力下降，导致风沙、沙尘暴等自然灾害。生物多样性遭到破坏，草原多样性降低，动物种群发生变化，珍贵野生动物数量减少，甚至灭绝，老鼠、蝗虫等更加猖獗。

### 2.4. 土地破坏

据国土资源部“2016 中国矿产资源报告”（2016-09-22）2015 年末，全国采矿活动累计损毁土地 303 万公顷，累计治理恢复土地 81 万公顷，治理率 26.7%。累计投入治理资金 900 多亿元。

我国矿山地质环境恢复治理任务十分繁重。全国有 220 万公顷损毁土地尚未治理。矿山开采引起地

面坍塌等地质灾害达 2.6 万多处；采矿产生的固体废弃物累计存量约 450 亿 t，成为矿区及其周边区域水土环境的重要污染源；采矿活动平均每年抽排地下水约 60 亿 t，对区域地下水系统产生不同程度的影响和破坏。（国土资源部，2016-07-20）

## 2.5. 生物多样性丧失

中国是生物多样性受到最严重威胁的国家之一。目前，我国野生高等植物濒危比例达 15%~20%，其中裸子植物和兰科植物达 40%以上。44%的陆栖野生动物种群数，1970~2010 年减少 50%，长江白鳍豚数量 1980~2006 年减少 99.4%，扬子鳄 1995~2010 年减少 97.0%。全国有 230 多种脊椎动物面临灭绝。（世界自然基金会，新华社，人民日报，光明日报等）

中国正经历前所未有的生态赤字。目前，我国消耗了自身生物承载力 2.2 倍的生态资源，只有青海和西藏仍维持生态盈余。（世界自然基金会，“地球生命力报告：中国 2015”，2015-11-12 发布）

**表 135 中国主要污染物排放量**

年份	二氧化硫/Mt	氮氧化物/Mt	烟尘/Mt	工业粉尘/Mt	废水/亿 m <sup>3</sup>	化学需氧量/Mt
1995	23.70		17.44	17.31	415.3	
2000	19.95		11.65	10.92	415.2	14.45
2001	19.48		10.70	9.91	432.9	14.05
2002	19.27		10.13	9.41	439.5	13.67
2003	21.59		10.48	10.21	460.0	13.34
2004	22.55		10.95	9.05	482.4	13.39
2005	25.49		11.82	9.11	523.0	14.14
2006	25.89	15.24	10.89	8.08	536.8	14.28
2007	24.68	16.40	9.87	6.99	556.8	13.82
2008	23.21	16.25	9.02	5.85	572.0	13.21
2009	22.14	16.93	8.47	5.24	589.2	12.78
2010	21.85	18.52	8.29	4.49	617.3	12.38
2011	22.18	24.04		12.97	659.2	25.00
2012	21.18	23.38		12.36	684.6	24.24
2013	20.44	22.27		12.78	695.4	23.53
2014	19.74	20.78		17.41	716.2	22.95
2015	18.59	18.51		15.38	735.3	22.24

注：从 2011 年开始，化学需氧量等指标的统计范围扩展，调查方法和相关技术规定作了修订，数据不可与以前年度直接比较。

来源：环境保护部。

**表 136 中国煤炭生产对环境的损害及治理（2015 年）**

煤矸石。2015 年产生量约 755Mt，全国堆存约 4500Mt，占地 1.3 万公顷。利用洗选矸石和煤泥发电装机容量超过 30GW，利用煤矸石和煤泥 40Mtce。利用煤矸石制砖 1000 多亿块标准砖。

2015 年，矿井水排放量 71 亿 m<sup>3</sup>，利用 83%。

地面塌陷。至 2015 年，矿井开采造成的地面塌陷面积已达 145 万公顷。2015 年复垦率 47%。

甲烷排放。2015 年煤矿开采排入大气的甲烷约 350 亿 m<sup>3</sup>。抽采 180 亿 m<sup>3</sup>，利用 86 亿 m<sup>3</sup>。

来源：中国煤炭工业协会；中国煤炭加工利用协会；国家能源局。



表 137

中国汽油、柴油硫含量限值

单位: ppm

	国 I	国 II	国 III	国 IV	国 V
汽油					
限值	800	500	150	50	10
执行时间	2000	2005	2010	2014	2018
柴油					
限值	2000	500	350	50	10
执行时间	2000	2003	2013	2015	2018

注: 1、国 V 标准全国实施时间提前到 2017 年 1 月 1 日。

2、美国汽油 15ppm, 执行时间 2010 年; 日本 10ppm, 2006 年; 欧盟 10ppm, 2010 年。

来源: 国家标准化委员会; 龚慧明, 中国汽柴油标准现状及改善油品质量面临的挑战, 《国际石油经济》, 2013, No.5, 53~57。

表 138

中国《火电厂大气污染物排放标准》, GB13223-2011

大气污染物排放浓度限值/mg/m<sup>3</sup>

	烟尘	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	汞及其化合物
2004 年实施的标准	50	400	450	—
2014 年实施的标准	30	现有锅炉 200 新建锅炉 100	100	0.03
欧盟 2001 年标准	20	184	135	
美国 2005 年标准	30	200	200	

2012 年之前建成投产的火电厂, 从 2014 年 7 月 1 日开始执行新标准。实施新标准, 到 2015 年估计可减排 SO<sub>2</sub>618 万 t, NO<sub>x</sub>580 万 t。

表 139

中国《锅炉大气污染物排放标准》, GB13221-2014

大气污染物排放浓度限值/mg/m<sup>3</sup>

	颗粒物	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	汞及其化合物
燃煤锅炉				
在用	80	400	400	0.05
新建	50	300	300	0.05
燃油锅炉				
在用	60	300	400	
新建	30	200	250	
燃气锅炉				
在用	30	100	400	
新建	20	50	200	

2014 年 7 月 1 日前建成投产的锅炉执行本标准。2015 年 10 月 1 日开始, 10t/h 以上在用蒸汽锅炉和 7MW 以上的水热锅炉执行本标准; 2016 年 7 月 1 日开始, 10t/h 以下在用蒸汽锅炉和 7MW 以下的水热锅炉执行本标准。

实施新标准, 80%的燃煤工业锅炉面临淘汰和改造压力。工业锅炉改造估计需投资 3210~4070 亿元。执行新标准后, 可减排颗粒物 66 万 t, SO<sub>2</sub>314 万 t。

**表 140 中国《水泥工业大气污染物排放标准》，GB4915-2013**

1985年首次发布，1996、2004、2013年修订。

《水泥工业大气污染物排放标准》，GB4915-2013。《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》，GB30485-2013。

2012年，水泥工业排放的颗粒物占全国的15%~20%，NO<sub>x</sub>占8%~10%，SO<sub>2</sub>占3%~4%。

**大气污染物排放浓度限值/mg/m<sup>3</sup>**

	颗粒物	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub> (以NO <sub>2</sub> 计)	氟化物 (以全氟计)	汞及其化合物	氨
水泥窑及其他通风 生产设备	30 (20)	200 (100)	400 (320)	5 (3)	0.05 (0.05)	10* (8)*
烘干机、烘干磨、煤 磨 及冷却机	30 (20)	600** (400)**	400** (300)**	— —	— —	— —
破碎机、磨机、包装 机 及其他通风生产设备	20 (10)	— —	— —	— —	— —	— —

注：（）内为重点地区企业的特别排放限值，其执行时间和地域范围由国务院环境保护行政主管部门或省级政府规定。

\*适用于使用氨水、尿素等含氨物质作为还原剂，去除烟气中的氮氧化物。

\*\*适用于采用独立热源的烘干设备。

2013年标准颗粒物排放限值由2004年标准的50mg/m<sup>3</sup>（水泥窑等热力设备）和30mg/m<sup>3</sup>（水泥磨等通风设备）分别降至30mg/m<sup>3</sup>和20mg/m<sup>3</sup>，NO<sub>x</sub>排放限值由800mg/m<sup>3</sup>降至400mg/m<sup>3</sup>。氨和汞是新增控制项目。

实施《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》，可有效控制氯化氢、氟化氢、重金属和二恶英类物质的排放。

新建企业自2014年3月1日起执行新标准，现有企业2015年7月1日起执行。

实施新标准，水泥企业除尘、脱硝等环保投资比例将达10%~12%，环保设施运行成本为12%~15元/t水泥。

表 141

世界 CO<sub>2</sub> 排放

	排放量/Mt-CO <sub>2</sub>							2015 燃煤排	2015 人均排
	2000	2010	2011	2012	2013	2014	2015	放占比/%	放量/t-CO <sub>2</sub>
中国	4203 (4723)	7530 (8138)	8360 (9042)	8510 (9240)	8687 (9517)	8480 (9347)	8674 (9534)	78.2	6.31
美国	6077	6129	6018	5788	5933	6079	5861	26.8	18.16
印度	1048	1683	1798	1824	1931	2202	2320	69.5	1.81
俄罗斯	1612	1629	1676	1705	1715	1658	1618	21.7	11.06
日本	1321	1314	1307	1410	1398	1343	1295	36.5	10.19
德国	888	834	802	815	810	799	806	38.5	9.80
韩国	500	717	738	764	768	769	776	43.1	16.00
伊朗	349	563	601	616	617	665	682	-	18.78
加拿大	390	585	597	609	631	651	603	0.7	10.27
沙特阿 拉伯	567	611	625	620	632	621	539	13.0	18.00
世界	25193	33420	34380	35041	35317	35309	35871	42.4	4.90

注：1、中国（）内为煤炭按原煤计量的碳排放量。根据联合国的规定，煤炭应按商品煤计量，表中中国排放量中，煤炭按商品煤计量。商品煤是原煤（不是全部）经过洗选脱除矸石等杂质（脱除率可达70%）供销售的煤。目前，我国原煤洗选脱除的矸石平均占入洗原煤的18%。煤炭按原煤计量，人为推高碳排放量、单位GDP能耗等数据，碳排放量被高估9%左右。

2、化石能源消费量。中国为国家统计局数据，外国和世界为英国石油公司世界能源统计数据。

3、CO<sub>2</sub>排放系数。中国：煤 2.71t-CO<sub>2</sub>/tce (3.87t-CO<sub>2</sub>/toe)，石油 2.13t-CO<sub>2</sub>/tce (3.04t-CO<sub>2</sub>/toe)，天然气 1.65t-CO<sub>2</sub>/tce (2.36t-CO<sub>2</sub>/toe)；外国和世界取国际能源署（IEA）数据：煤 3.96t-CO<sub>2</sub>/toe，石油 3.07t-CO<sub>2</sub>/toe，天然气 2.35t-CO<sub>2</sub>/toe。

4、目前，国际能源署计算化石燃料排放的CO<sub>2</sub>扣除非能源用途。据此，2014年世界CO<sub>2</sub>排放量为323亿t。

表 142

美国 CO<sub>2</sub> 排放量

	2014	2015
分部门排放/Mt-CO <sub>2</sub>		
住宅	1112	1028
商业	968	918
工业	1497	1472
运输	1829	1856
合计	5406	5273
发电	2046	1845
分能源品种排放/Mt-CO <sub>2</sub>		
石油	2252	2309
天然气	1434	1482
煤	1713	1476
其他	6	6
合计	5406	5273
人均排放/t-CO <sub>2</sub>	18.8	18.2

注：1、发电排放的 CO<sub>2</sub> 分摊在各终端用电部门中。

2、运输用油包括国际船用燃料（民用和军用），每年 90~126Mt。

3、运输用天然气包括管道燃料气、汽车、火车和船用气。

4、电力包括电厂和热电联产。

5、其他包括地热和城市垃圾非生物排放。

来源：DOE/EIA, Annual Energy Outlook 2016。

表 143

日本分部门 CO<sub>2</sub> 排放量单位：Mt-CO<sub>2</sub>

	2000	2010	2011	2012	2013	2014
发电	389.2	462.2	526.6	571.8	579.1	554.2
自用	49.6	70.6	60.8	64.9	72.5	69.9
终端能源消费	730.9	604.5	585.0	576.6	583.8	566.4
工业	340.8	260.5	224.7	246.1	256.7	247.8
交通运输	251.9	230.7	226.0	222.6	222.4	217.8
民用	74.3	69.2	67.9	65.8	63.5	61.4
商业	63.9	44.2	66.4	42.1	41.2	39.4
总计	1169.7	1137.3	1172.3	1213.4	1235.4	1190.5

注：CO<sub>2</sub> 排放为化石燃料燃烧产生。

来源：The Institute of Energy Economics, Japan, Handbook of Energy and Economic Statistics, 2016。

表 144

中国能源、电力大气污染物和 CO<sub>2</sub> 排放系数 (2015 年)

大气污染物	
能源/kg/tce	
SO <sub>2</sub>	
一次能源总消费量	4.32
化石能源消费量	4.91
NO <sub>x</sub>	
一次能源总消费量	4.31
化石能源消费量	4.89
烟尘和工业粉尘	
一次能源总消费量	3.68
化石能源消费量	4.06
电力/g/kWh	
SO <sub>2</sub>	
总发电量	0.34
火电	0.47
NO <sub>x</sub>	
总发电量	0.31
火电	0.42
烟尘	
总发电量	0.07
火电	0.09
CO <sub>2</sub>	
能源/t-CO <sub>2</sub> /tce	
煤炭	2.71
石油	2.13
天然气	1.65
一次能源消费	2.22
化石能源	2.52
电力/g-CO <sub>2</sub> /kWh	
总发电量	557
火电	736

来源：国家统计局；环境保护部；国家发展改革委能源研究所；中国电力企业联合会；农业部，第一次全国污染源普查公报，2010年2月6日。

表 145

中国终端能源 CO<sub>2</sub> 排放系数

终端能源	CO <sub>2</sub> 排放系数
煤炭	2.71 t- CO <sub>2</sub> /tce
焦炭	3.14 t- CO <sub>2</sub> /tce
焦炉煤气	2.41 t- CO <sub>2</sub> /tce
高炉煤气	5.81 t- CO <sub>2</sub> /tce
转炉煤气	8.43 t- CO <sub>2</sub> /tce
石油制品	2.07 t- CO <sub>2</sub> /tce
天然气	1.65 t- CO <sub>2</sub> /tce
热力	2.62 t- CO <sub>2</sub> /tce
电力（2014 年）	
火电	0.741 kg- CO <sub>2</sub> /kWh
总用电量	0.556 kg- CO <sub>2</sub> /kWh

表 146

世界化石能源 CO<sub>2</sub> 排放系数

	t-CO <sub>2</sub> /toe	t-C/toe		t-CO <sub>2</sub> /toe	t-C/toe
煤炭	3.96	1.080	粗柴油	3.10	0.846
原油	3.07	0.837	燃料油	3.24	0.883
汽油	2.90	0.791	LPG	2.64	0.720
石脑油	3.07	0.837	其他石油制品	3.07	0.837
喷气燃料	2.99	0.816	天然气	2.35	0.641
煤油	3.01	0.821			

来源：The Institute of Energy Economics, Japan, Handbook of Energy and Economic Statistics, 2015。

表 147

日本化石能源 CO2 排放系数 (2013 年)

单位: t-CO2/toe

煤	
进口炼焦煤	3.7651
进口动力煤	3.7482
国产动力煤	3.6438
进口无烟煤	3.9784
煤制品	
焦炭	4.6384
煤焦油	3.2079
型煤	3.9784
焦炉气	1.6776
高炉气	4.0113
转炉、电炉气	6.4035
原油	
原油	2.9163
天然气液	2.8027
石油制品	
石脑油	2.8595
汽油	2.8733
喷气燃料	2.8549
煤油	2.8718
粗柴油	2.8840
燃料油 A	2.9654
燃料油 B	3.0959
润滑油	3.0744
其他重质油	3.1358
石油焦	3.7605
炼厂气	2.2164
LPG	2.5141
天然气	
进口 LNG	2.1028
国产天然气	2.1442
城市燃气	2.1695

来源: The Institute of Energy Economics, Japan, Handbook of Energy and Economic Statistics, 2016。

# 附录

## 低碳技术 100 例

- 1、智能采煤
- 2、煤矿循环经济园区
- 3、选煤
- 4、煤炭贮配
- 5、水煤浆
- 6、煤制天然气
- 7、三次采油
- 8、煤层气开采
- 9、页岩气开采
- 10、高效低排放工业锅炉
- 11、解耦燃煤工业锅炉
- 12、超超临界燃煤机组
- 13、煤气化联合循环发电
- 14、循环流化床锅炉
- 15、第三代核反应堆
- 16、快中子增殖反应堆
- 17、分布式能源
- 18、智能电厂
- 19、特高压输电
- 20、智能电网
- 21、煤调湿技术
- 22、干熄焦
- 23、焦炉气利用
- 24、高炉喷煤粉
- 25、烧结合余热发电
- 26、钢铁可循环流程
- 27、钢铁企业能源管理系统
- 28、高强度钢材
- 29、超大容量铝电解槽
- 30、全密闭电石炉
- 31、再生金属
- 32、第二代水泥新型干法生
- 33、纯余热发电技术
- 34、高标号水泥
- 35、生态水泥
- 36、水泥散装
- 37、超高性能混凝土
- 38、新型墙体材料
- 39、先进制砖技术
- 40、薄陶瓷砖
- 41、离子膜法制烧碱技术
- 42、炼油化工一体化
- 43、化工园区
- 44、绿色制造
- 45、绿色造纸
- 46、智能制造
- 47、工业机器人
- 48、再制造技术
- 49、煤矸石综合利用
- 50、粉煤灰综合利用
- 51、包膜控释肥料
- 52、测土配方施肥
- 53、秸秆综合利用
- 54、节能建筑
- 55、绿色建筑
- 56、被动房
- 57、工业化建造房屋技术
- 58、低发射率玻璃
- 59、立体绿化
- 60、磁悬浮空调
- 61、智能家用电器
- 62、双温双控智能冰箱
- 63、灵感超节能热水器
- 64、3D 空气冷凝式洗衣干衣机
- 65、智慧厨房
- 66、先进固体燃料炉灶
- 67、农村沼气
- 68、地源热泵
- 69、智能热网
- 70、紧凑型荧光灯
- 71、发光二极管光源
- 72、智能照明
- 73、智能居住小区
- 74、智慧城市
- 75、纯电动汽车
- 76、混合动力汽车
- 77、低速电动车
- 78、铝制挂车
- 79、电动自行车
- 80、绿色交通
- 81、智能交通系统
- 82、车联网
- 83、微米干雾抑尘技术
- 84、高速列车
- 85、高速铁路永磁同步牵引系统
- 86、磁悬浮列车
- 87、船联网
- 88、生物航空煤油
- 89、管道减阻剂
- 90、高效电动机
- 91、信息通信技术
- 92、3D 打印
- 93、云计算
- 94、大数据
- 95、新型半导体芯片
- 96、纳米煤活化剂
- 97、车用燃料质量升级
- 98、能效标识
- 99、高排放行业大气污染物排放标准
- 100、碳捕集和封存



## 1、智能采煤 intellectual coal mining

在煤矿生产机械化和自动化基础上，应用信息通信技术，实现煤矿主要生产环节和设备的监测和地面远程操控。2014 年建成我国第一座智能采煤示范矿井—陕西黄陵矿业公司一号矿。这是我国采煤技术的一项重大突破。到 2015 年 5 月，该矿已产煤 190 万 t，节省人工成本 500 多万元，并为安全零死亡提供了技术保障。目前，我国已形成适应各种地质环境的智能采煤技术方案，并在神华集团、陕西煤化集团、冀中能源集团、阳泉煤业集团等 15 个矿区推广应用。

## 2、煤矿循环经济园区 recycling economy park based on coal mine

按照循环经济理念建设的以煤矿为基础的工业园区。有煤—电—建材、煤—电—化工—建材、煤—焦—化工、煤—油（煤液化）—化工、煤—电—铝、煤—电—硅（生产多晶硅）等多种模式。在这种园区内，矿井采用绿色开采技术，发展煤基多元化产业集群，资源循环利用，废弃物无害化处理和资源化利用，矿井瓦斯抽放利用，排空可燃气体和有毒有害气体回收利用，塌陷土地复垦。有些煤矿已实现矸石、矿井水、选煤废水零排放。年产 400 万 t 的峰峰矿区梧桐庄矿，矸石不出井，充填采空区；矿井水经处理后注入岩层；利用井下水（19℃）和回风余热替代 5 台采暖锅炉和 2080 台空调。

山西大同煤矿塔山循环经济园区，采用先进低碳技术推行绿色开采和循环经济。园区年产能力 20Mt 和 10Mt 的现代化矿井，开采特厚煤层，工作面回采率高达 90% 以上。原煤经洗选供空冷坑口电厂。中煤供热电厂（集中供热 550 m<sup>2</sup>）和甲醇厂（煤气化制甲醇）。煤矸石制砖，年产达 2.4 亿块标准砖，机器人操作。粉煤灰用作水泥厂原料。固体废物 100% 利用。煤层伴生高岭岩加工成世界最细的 6250 目高岭岩粉。污水经处理后循环利用，实现近零排放。矿区绿化 42 万亩，建成全国最大的坑木林基地。循环经济和综合利用使园区产值增加 3 倍，原煤生产能耗 0.002tce/t。

## 3、选煤 coal preparation

选煤可以脱除 50%~70% 的灰分和 60%~70% 的无机硫。燃煤设备使用经过洗选的煤，可提高热效率，节煤 10% 以上。发达国家需要洗选的原煤早已全部入洗。中国 2015 年洗选原煤 24.7 亿 t，入洗率 65.9%，节煤 2.47 亿 t，减排 CO<sub>2</sub> 4.9 亿 t。选煤脱硫的单位投资和成本仅为电厂烟气脱硫的 1/10。

## 4、煤炭贮配 coal storage and mixture

在沿江、沿海等煤炭集散地建大规模贮存、加工、配煤、转运基地，把来自不同煤矿、不同质量的煤掺配成适合特定用户需要的煤（主要是发电用煤，也有炼焦用煤和供出口的煤），从而提高利用效率，并保证供应稳定。动力煤配煤可节煤 5%~8%。全国已建、在建、拟建的千万吨级大型煤炭贮配中心的年处理能力超过 3 亿 t，其中 5000 万 t 级的有 5 个。曹妃甸配煤中心已实现数字化。设有选煤厂的配煤中心，固体废物综合利用。

## 5、水煤浆 coal water slurry, CWS

水煤浆是用 70% 的煤粉（250-300 μm）、约 30% 的水，加入 1% 左右的分散剂（保证其流动性）和稳定剂配制而成的一种代油燃料。约 2t 水煤浆可代 1t 燃料油。制备水煤浆采用低灰（<8% =、低硫（<0.5% = 煤，燃烧产生的 SO<sub>2</sub> 和颗粒物比烧原煤分别减少 65% 和 85%。燃烧温度比烧煤低 100~200℃，NO<sub>x</sub> 生成量较少。近年我国水煤浆生产利用发展迅速，2014 年产能达 1.3 亿 t，其中 3000 万 t 用作工业锅炉、窑炉和电厂燃料，1 亿 t 用作气化原料。工业锅炉燃用水煤浆，热效率达 83% 以上，比传统燃煤工业锅炉高 10%~20%，可节煤 15% 以上。水煤浆气化后用作窑炉燃料，可节煤 10%~20%。

## 6、煤制天然气 synthetic natural gas from coal

用煤制取热值相当于天然气的合成气。原料煤粉碎后加压气化，用氧作气化剂，产生粗煤气，热值 11.2~13.0MJ/m<sup>3</sup>，冷却后经部分变换调整 H<sub>2</sub>/CO、净化脱除 H<sub>2</sub>S 和 CO<sub>2</sub>，进行甲烷化，在催化剂作用下加氢合成 CH<sub>4</sub>，煤气热值 35~37MJ/m<sup>3</sup>。

煤制天然气的能源转换效率和污染物排放明显优于其他转换技术。煤制天然气的能源转换效率达 50%~52%，发电 40%~42%，煤制甲醇 42%，煤制油 32%（间接液化）~38%（直接转化）。单位热值耗水量（t/GJ）煤制天然气为 0.18，煤制油 0.38，煤制甲醇 0.78。煤制天然气燃烧后产生的颗粒物、SO<sub>2</sub> 和 CO 与燃煤相比大大减少。但生命周期 CO<sub>2</sub> 排放量为天然气的两倍以上，生产过程排放含酚废水。与直接烧煤相比，工业用燃料气可节煤 10%~20%，民用可节煤 20%~30%。

煤制天然气可管道输送，使用方便，用途广泛，包括发电、工业燃料、化工原料、车用燃料、民用燃气等。可用作常规天然气、液化天然气和液化石油气的补充气源。发展煤制天然气，对增加我国天然气供应、推进节能减排具有重要意义。

2015 年，我国煤制天然气产能 30.1 亿 m<sup>3</sup>，产量 16.0 亿 m<sup>3</sup>。

## 7、三次采油 tertiary oil recovery

一次采油是利用油层的自然能量采油。二次采油是向油层注水补充能量的开采方法。三次采油是向油层注入蒸汽、聚合物等化学剂、天然气或二氧化碳，提高采收率。注入蒸汽可降低原油黏度。注入聚合物可改善地下油、水流动比；在注入水中加表面活性剂，可减少油、水界面表面张力。注入天然气或二氧化碳可溶解或稀释原油，改善其流动性。目前，世界油田平均采收率为 35%，三次采油可提高到 50% 以上。我国大庆油田推广以聚合物驱油为主导的三次采油技术，2002 年以来每年增产原油 1000 万 t 以上，2014 年为 1459 万 t。

## 8、煤层气开采 coal bed methane mining

煤层气是一种以吸附或游离状态赋存在煤层中的自储式非常规天然气，其甲烷含量超过 90%。它既是洁净能源，又是一种温室气体，而且煤矿井下泄出的甲烷有爆炸危险，是煤矿安全生产的一大隐患。全球煤层气总资源量达 260 万亿  $m^3$ ，中国 36.8 万亿  $m^3$ ，相当于陆上常规天然气总资源量。煤层气从井下或地面钻孔抽采。开采利用煤层气，对预防煤矿瓦斯事故、增加洁净能源供应和减排温室气体具有重要意义。2012 年，美国煤层气产量已达 600 亿  $m^3$ 。我国 2015 年产量 180 亿  $m^3$ ，其中井下抽采 136 亿  $m^3$ ，地面抽采 44 亿  $m^3$ ，煤层气利用 86 亿  $m^3$ 。

## 9、页岩气开采 shale gas mining

将页岩气从地层采出到地面的工艺过程。通常在探明的气田钻井，并诱导气流，使页岩气靠地层压力由井内自喷至井口。

页岩气是一种非常规天然气，赋存在泥页岩中，以吸附和游离状态存在。世界页岩气预测资源量达 456 万亿  $m^3$ 。美国探明可采储量 14 万亿  $m^3$ ，采用水平钻井和水力压裂技术，突破了开采页岩气的技术障碍，页岩气产量从 2000 年的 110 亿  $m^3$  增至 2015 年的 4323 亿  $m^3$ 。我国页岩气可采资源量达 36 万亿  $m^3$ ，居世界首位。2015 年产量 51 亿  $m^3$ 。

## 10、高效低排放工业锅炉 high-efficiency and low-emission industry boiler

工业锅炉是指小时蒸发量 75t/h 以下的中小型锅炉。包括工业用蒸汽锅炉、民用采暖热水锅炉、热电联产锅炉和余热锅炉。2014 年，全国燃煤工业锅炉 46 万台，年耗煤 7.3 亿 t。平均运行效率 60%~65%，比国际先进水平低 10~20 个百分点。工业锅炉排放  $SO_2$  718 万 t， $NO_x$  217 万 t，烟尘 160 万 t，废渣约 9000 万 t。仅次于燃煤电厂，是第二大污染源。如果运行效率由 65% 提高到 80%，每年可节煤 1.3 亿 t。我国已研制出高效、低排放煤粉工业锅炉，热效率 87%~90%。2015 年，已在 20 个省份推广，燃烧效率比普通链条炉提高 28%。

## 11、解耦燃煤工业锅炉 decoupling coal-fired industrial boiler

煤经低温还原低氮燃烧后，在高温氧化条件下燃烧，煤产生热解气和半焦混合燃烧，促使可燃物燃尽，并抑制  $NO_x$  生成。与传统燃煤锅炉相比，可节煤 20%~30%，污染物排放接近燃气锅炉， $NO_x$  排放量减少 30%~45%。2015 年，采用这种新型中小锅炉的集中供热示范工程已获成功。目前，我国农村和城郊至少有 2 亿人采用分散燃煤方式供热，是导致灰霾严重的一个重要原因，推广这一新技术是治霾的重要途径。

## 12、超超临界燃煤机组 ultra supercritical pressure unit

超超临界燃煤机组是锅炉蒸汽压力高达 30MPa 的火电机组。2010 年，我国有 33 台 1000MW 超超临界机组在运行，2011 年 39 台，2012 年 59 台，2015 年 82 台。平均供电煤耗 288gce/kWh，比全国火电平均供电煤耗少 27gce/kWh。按此计算，2015 年采用超超临界机组节能 958 万 tce。上海外高桥三厂平均供电煤耗 279.39gce/kWh，净效率达 44%。到 2020 年，估计新建超超临界机组将达 500GW。

## 13、煤气化联合循环发电 integrated gasification combined-cycle, IGCC

IGCC 是煤气化生产燃料气，驱动燃气轮机发电，余气用来烧锅炉，生产蒸汽驱动汽轮机发电。粗煤气经净化处理，可在燃烧前脱除硫和氮；联合循环可提高系统热效率。烧硫分为 3.5% 的高硫煤的 IGCC 电站， $SO_2$  排放量比煤粉炉加烟气脱硫少 70%， $NO_x$  少 60%，固体废物少 60%。新一代 IGCC 的发电效率可达 45% 以上。

全世界已建成 10 多座 IGCC 电厂，最大的 IGCC 机组在美国佛罗里达州马丁电厂，2×385MW。我国第一座 IGCC 示范电站 2012 年在天津建成投产，装机容量 250MW，包括污染物回收，碳分离、利用或封存。采用自主开发的两段式干煤粉加压气化技术。脱硫效率可达 90%，污染物和  $CO_2$  可实现近零排放。技术待完善，投资 1.38 万元/kW。

## 14、循环流化床锅炉 circulation fluidized bed boiler, CFBB

流化床锅炉是把煤和吸附剂（石灰石）加入燃烧室的床层中，从炉底鼓风使床层悬浮，进行流化燃

烧。流化形成湍流混合条件，从而提高燃烧效率；石灰石固硫减少  $\text{SO}_2$  排放；较低的燃烧温度（830~900℃）使  $\text{NO}_x$  生成量大大减少。循环流化床锅炉通过高速空气夹带固体颗粒进入并返回燃烧器，进行辅助燃烧，促进煤粒沸腾燃尽。与常规锅炉相比，约可节煤 10%；与煤粉炉加烟气脱硫装置的电站相比， $\text{SO}_2$  和  $\text{NO}_x$  可减少 90%，无需烟气脱硫装置。

我国是世界上应用 CFBB 最多的国家，2015 年有 4000 台，80% 为中小型，35~1025t/h 的 CFBB3000 台，总容量超过 100GW，400 t/h 机组有近 500 台，已建成 5 台 350MW 超临界 CFBB 机组，自主研制的 600MW 超临界 CFBB 机组，已在四川白马电厂建成。

### 15、第三代核反应堆 third generation nuclear reactor

第一代核反应堆是苏联和美国 1950 年代建设的实验原型堆。第二代反应堆是 1960 年代在第一代反应堆基础上设计制造的 30 万 kW 以上的压水堆、沸水堆和重水堆。第三代反应堆具有非能动安全系统，堆芯熔化和放射性外泄等严重事故的发生概率比现有反应堆降低 1~2 个数量级，寿命 60 年，可用率 87% 以上，建设周期缩短到 42~54 个月。目前比较成熟的第三代反应堆有美国的 AP-1000 和欧洲的 ERP。我国引进的 4 台 AP-1000 压水堆机组正在浙江三门和山东海阳建设。这是世界上首批建设的第三代核电机组。在 AP-1000 引进技术基础上研发的中国 CAP-1400（1400MW）先进压水堆机组，即将开工建设。

我国自主研发的华龙一号百万千瓦核电机组，融合了能动与非能动先进设计理念，从 157 燃料组件堆芯扩容到 177 堆芯，使发电功率增加 5%~10%，具备三个实体隔离安全系列，采用世界最高安全要求和最新技术标准，满足中国政府新建核电机组“从设计上实际消除大量放射性物质释放的可能性”的 2020 年目标。2015 年 5 月 7 日，华龙一号示范工程，福建福清核电站 5、6 号两台机组开工建设。华龙一号将向巴基斯坦和阿根廷出口。

### 16、快中子增殖反应堆 fast breeder reactor, FBR

直接利用核裂变释放出的高能量、高速度的中子进行链式裂变反应的装置。一般采用液态金属钠作冷却剂，不用慢化剂。在 FBR 中，新产生的裂变燃料多于消耗的燃料。铀 235 或铀 238 吸收中子后变成钚 239。钚 239 在中子轰击下裂变后放出的中子多，除维持链式裂变反应外，还可使铀 238 变成钚 239。每消耗 10 个铀 235 或钚 239 原子核，可产生 12~16 个钚 239 原子核，其中 10 个维持裂变反应，2~6 个则是净增的核燃料。这种核燃料越烧越多的过程，称为核燃料的增殖。FBR 可使铀资源利用率从压水堆的不到 1% 提高到 60% 以上，而且它采用中间钠回路将放射性钠与冷却水回路隔开，安全性高。

2015 年 12 月 15 日，我国首座钠冷快中子实验堆满功率运行 72 小时，设计热功率 65MW，实验发电功率 20MW。中国成为第 8 个拥有快堆的国家。2015 年 5 月，福建霞浦核电筹建 600MW 示范快堆。

### 17、分布式能源 distributed energy

是指在终端用户或靠近用户处安装小型发电装置供电。它无需输配电，用户可自行控制，供电可靠性高，热电或冷热电联供提高能源效率。分布式能源主要采用天然气，以及水能、太阳能、风能等可再生能源。美国分布式能源主要用于医院、建筑、工厂、互联网服务器、军事基地等要求供电不中断的地方，并与微电网和智能电网相结合。2015 年，我国分布式光伏发电装机容量 606 万 kW。2015 年，我国已建在建天然气分布式发电项目 104 个，总装机容量 380 万 kW。广州大学城天然气冷热电联供项目，为 10 所大学的 500 万  $\text{m}^2$  建筑供能。2015 年，全国已建成 7.4 万座小水电站，总装机容量 7500 万 kW，年发电 2400 亿 kWh。

### 18、智能电厂 intellectual power plant

是一种全寿期三维数字化智能火电厂。通过三维设计，使电厂实体与数字模型结合，从设计到退役全生命周期三维化、可视化，运行在线管控。2012 年，我国首座清洁、节能的智能电厂一期工程在华电山东莱州建成投产。采用 2 台百万千瓦超超临界机组，各项指标居世界领先水平，利用循环水发电 880kWh/年。

### 19、特高压输电 ultra-high (UHV) transmission line

按照中国的电网电压标准，交流标准电压 1000kV（设备最高电压 1100kV）、直流额定电压  $\pm 800\text{kV}$  称为特高压。特高压长距离、大容量输电，可减少线路损失。1000kV 交流输送功率可达 4~5GW，为 500kV 输送功率的 4~5 倍，理论线路损耗仅为 500kV 的 1/4。

2009 年 1 月 6 日，中国晋东南—南阳—荆州 1000kV 特高压交流输电试验示范工程正式投运，这是目前世界上运行电压最高、技术最先进的特高压输电工程，我国自主设计、制造、建设和运行。2009 年 11 月 13 日，世界最高直流电压等级四川—上海  $\pm 800\text{kV}$  特高压直流输电示范工程竣工，额定输送功率 6.4GW，线路长 2000km。2009 年 12 月 28 日，云南—广东  $\pm 800\text{kV}$  特高压直流输电示范工程单极投产，额定输送功率 5GW，线路长 1373km。2014 年 7 月 5 日，宜宾—金华  $\pm 800\text{kV}$  特高压输电工程正式投运，输送容量 8GW，线路长 1653km。2015 年 6 月 3 日，酒泉—湖南  $\pm 800\text{kV}$  特高压输电工程开工建设，全长

达 2383km,输送容量 8GW。2015 年 6 月,全国已建在建特高压输线路已达 2.1 万 km,送电 3300 亿 kWh。

## 20、智能电网 smart grid

智能电网利用先进的通讯、信息和控制技术,实现电网的信息化、数字化、自动化和互动化,从而提高电网资源优化配置能力,提高供电可靠性,改善电能质量;解决可再生能源电力的接入问题;通过需求侧精细管理,提高终端用电效率。我国智能电网已进入全面建设阶段。2013 年,中国成为全球最大智能电网市场,投资达 43 亿美元,安装智能电表 6200 万只。到 2015 年将初步形成智能电网运行控制和互动服务体系。预计 2020 年建成后,年节能量可达 400Mtce 以上,减排 CO<sub>2</sub>1100Mt。

## 21、煤调湿技术 coal moisture control, CMC

炼焦用煤入炉前脱水干燥、将水分降至 5%~6%的工艺。通常采用蒸汽调湿工艺,新一代技术是利用焦炉烟道气的流化床干燥。

煤调湿技术是我国钢铁行业重点推广的节能技术。2015 年,宝钢、太钢、唐钢、济钢、攀钢、昆钢等企业已建煤调湿装置。炼焦煤水分从 10%降至 6%,吨焦热耗平均下降 372MJ,吨煤 CO<sub>2</sub>排放减少 36%,焦炉产能增加 10%。

## 22、干熄焦 coke dry quenching, CDQ

在密闭的装置内,用惰性气体氮气作热载体熄灭红焦,利用高温氮气的热能生产蒸汽供发电的装置。干熄焦装置一般由熄焦槽、余热锅炉、发电设备、提升设备、带式输送机、氮气循环系统和除尘系统组成。整个工艺系统可分为物料流程、氮气循环和蒸汽热力循环三个部分。每熄 1 吨红焦约需循环氮气 1500Nm<sup>3</sup>,焦炭一般冷却到 250℃以下。与湿法熄焦相比,干熄焦可以回收利用红焦的物理显热,每吨焦可回收蒸汽 500~600kg。处理 1 吨红焦可节能 40kgce,同时大幅减少熄焦水等污染物排放,并可提高焦炭质量。2015 年,全国已有 198 套 CDQ 装置,处理能力 2.5 万 t/h。钢铁行业大中型企业 CDQ 普及率(CDQ 处理量占焦炭产量比重)已达 90%以上。

## 23、焦炉气利用 coke-oven gas utilization

焦炉气是炼焦炉产生的气体。主要成分为氢和甲烷,热值 21MJ/m<sup>3</sup>。可用作城市燃气。我国已利用焦炉气制甲醇、液化天然气和合成天然气。2015 年,焦炉气制甲醇产能 1220 万 t,占全国甲醇产能的 1/5。建成焦炉气制合成天然气产能 36 亿 m<sup>3</sup>,煤焦油加工能力 2280 万 t。

## 24、高炉喷煤粉 pulverized coal injection in blast furnace

高炉炼铁用煤替代焦炭的工艺。从高炉风口直接向炉内喷吹磨细的无烟煤,也可用烟煤或无烟煤和烟煤的混合煤粉,替代部分焦炭,提供炼铁过程需要的热量,并起还原剂的作用,从而降低焦比,降低生铁生产成本,是高炉冶炼的一项重要节能技术。煤粉气化过程中放出的氢气比焦炭放出的多,提高了煤气的还原能力和穿透扩散能力,有利于矿石还原和改善高炉操作指标。喷 1t 煤代焦可使工序能耗降低 90kg/t。2015 年,我国高炉吨铁喷煤量已达 142kg。

## 25、烧结余热发电 sintering waste heat generation

利用钢铁生产烧结工序的余热发电。烧结是将贫铁矿石经选矿得到的铁精矿石或富铁矿石、在破碎筛分过程中产生的矿粉、生产过程中回收的含铁粉料、熔剂及燃料等按一定比例混合,加水制成颗粒状的混合物,平铺在烧结机上,点火、吹风烧结成块。烧结把不能直接加入高炉的铁矿石入炉炼铁,并改善原料的冶炼性能。烧结工序能耗仅次于炼铁,占钢铁企业总耗能的 9%~12%。烧结余热发电是将烧结机烟气经净化后,通过余热锅炉或热管装置产生蒸汽,驱动汽轮机发电。每吨烧结矿产生的烟气余热可发电 20kWh,吨钢综合能耗可降低 8kgce。2015 年,我国钢铁行业已建成 10 多套烧结余热发电机组(19 台烧结机),总装机容量 137MW。

## 26、钢铁可循环流程 circulative process for steel complex

将钢铁生产、能源转换、废物利用等先进技术综合集成,形成新一代可循环钢铁制造流程。我国 6 家大型钢铁企业组成钢铁可循环技术创新战略联盟,目标是年产 300Mt 优质钢材,可同时发电 210TWh,吨钢能耗降到 640kgce 以下,减排 CO<sub>2</sub>100Mt。2010 年末,应用可循环流程技术建成首钢曹妃甸京唐钢铁厂,年产钢 9.7Mt。2012 年 6 月,全系统达产,各工序产能和技术经济指标达到设计水平。

## 27、钢铁企业能源管理系统 energy management system for steel enterprises

通过计算机网络,对企业生产过程所用能源进行优化调度和能源消耗在线实时监测,确保生产用能的稳定供应,监控用能设备状况,实现用设备的集中管理和自动化操作。2015 我国已有 50 多家钢铁企业建立能源管理中心,节能 5%~7%。

## 28、高强度钢材 high strength steel products

宝钢已制出汽车用高强度冷轧钢板和热镀锌板，满足汽车减重节能和安全性要求。建筑用钢筋，2015年全国产量2.04亿t，其中400MPa及以上高强度钢筋占80%。每年可节省钢筋1600多万t，减少铁矿石消耗2500多万t，节能1400万tce以上。

### 29、超大容量铝电解槽 super large capacity electrolytic tank for aluminium making

在铝的生产中，从采矿、选矿、氧化铝冶炼、铝电解到铝材加工，电解铝是耗能最大的工艺。铝电解是使直流电通过以氧化铝为原料、冰晶石为熔剂组成的电介质，在950~970℃温度下使电介质溶液中的氧化铝分解为铝和氧；阴极上析出的铝液汇集在槽底，阳极上析出CO<sub>2</sub>和CO，铝液经净化后铸成铝锭。预焙槽是阳极槽，阴极置于电解槽中。大容量预焙槽通常是指电流强度超过140kA的预焙槽。2015年，我国研制成功600kA超大容量铝电解槽，综合直流电耗12136kWh/t，是世界上容量最大、能耗最低的铝电解槽。

### 30、全密闭电石炉 full-airtight carbide furnace

是指带炉盖的完全密闭的电石炉。其特点是炉型大，自动化程度高，产品质量好，烟气比敞开炉少90%以上。大型密闭电石炉每吨电石电耗比敞开炉少400kWh。烟气可直接烧锅炉，或经除尘、脱焦后用来烘干碳原料，或用作烧石灰的燃料。2015年，我国电石行业密闭炉产能比重为79%。

### 31、再生金属 regenerated metal

是指回收废旧金属加工生产出来的金属。纯净的废铜可在感应电炉中熔炼；混杂的废铜再生采用反射熔炼炉—电解精炼工艺。废杂铝再生以单室反射炉熔炼为主。

2015年，我国再生有色金属产量达1167万t，其中再生铜、铝、铅、锌产量分别为305万t、575万t、150万t和137万t，分别占总产量的38.3%、18.3%、38.9%和22.3%。再生铜、铝、铅综合能耗分别为原生金属的18%、45%和27%。2015年，再生有色金属与生产等量原生金属相比，节电724亿kWh。

2015年，我国利用废钢8830万t。废钢回炉炼钢综合能耗仅为大中型企业吨钢能耗的18.2%。2015年，利用废钢节能47.9Mtce。

### 32、第二代新干法水泥生产技术 second generation new dry technique for cement production

新干法水泥生产工艺亦称水泥窑外窑分解窑。带分解窑的悬浮预热窑，是1970年代发展起来的水泥生产新工艺。这种新工艺是将原在回转窑中进行的干燥、预热过程改在悬浮预热器中进行，将物料的分解反应移到回转窑以外的分解炉中进行，窑内只有消耗热量少的反应过程，从而大大减轻了窑的热负荷。分解炉装在窑尾，并有流化床燃烧器，改变了窑内火焰与料层表面接触的低效加热，实现能量的分级利用。水泥窑外分解窑与同样直径的湿法窑相比，热耗可降低一半左右，还能大幅提高产量。我国已有日产2000、4000、5000、8000和12000t的窑外分解窑投入运行。2013年新型干法占水泥产量的93%。

第二代新干法工艺是高固气比悬浮预热分解技术。高固气比悬浮预热系统，高温烟气从并联并行排列的旋风预热器自下而上流出，物料自上而下在预热器中交叉串行，固气比由传统预热的不到1.0提高到2.0以上，从而大幅提高系统热效率，增加产量，降低废气温度和排放量。高固气比分解炉，采用炉外循环技术，延长物料在炉内停留时间，从而提高物料分解率，外循环使未分解完全的粗颗粒返回并多次通过分解炉，大大增加了炉内固气比，并降低操作温度，避免结皮、堵塞现象，提高可靠性。与普通干法生产技术相比，第二代新法工艺过程简单，投资省，热稳定性好，产量高，节能，有害气体排放少。产品热耗降低15%，电耗降低22%，日产量增加44%，SO<sub>2</sub>排放量减少78%。已有10多条生产线采用第二代新干法工艺。

### 33、纯余热发电技术 net waste heat generation

利用新型干法水泥窑余热发电的技术。窑头、窑尾分别加设余热锅炉回收余热。在确保煤磨与原料磨物料烘干所需的热量后，剩余的余热通过余热锅炉回收产生蒸汽。一般窑尾余热锅炉直接产生过热蒸汽供汽轮机发电，窑头锅炉若带回热系统的可直接生产过热蒸汽，若不带回热系统则生产部分饱和蒸汽和过热水送至窑尾锅炉。日产2000t新型干法水泥窑纯余热发电系统可装机3000kW，年发电量约1620万kWh。我国2012年已有700条新型干法水泥生产线安装余热发电装置，装机容量580万kW，年发电能力350亿kWh。2015年，利用余热发电的水泥生产线增至770条。

### 34、高标号水泥 high grade cement

是指标号42.5及以上的水泥。2015年，我国标号42.5（按水泥:标准砂1:3配比制成的7.07×7.07×7.07cm的立方体试块完全硬化时的抗压强度为42.5MPa的水泥）及以上的高强度水泥占50%，其余为32.5低标号水泥。采用高标号水泥替代低标号水泥，可节省水泥15%。

### 35、生态水泥 ecological cement

是指工业废渣高掺量水泥，以及掺入城市垃圾焚烧灰和下水道污泥制造的水泥。生态水泥有利于保护环境，减少能源、资源消耗和污染物排放。我国水泥工业利用粉煤灰、煤矸石等固体废物 40 余种，2015 年消纳固体废物 8 亿 t，占水泥产量的 34%。

### 36、水泥散装 cement unpackaged

水泥散装是指在水泥生产出来后直接用专用车辆运到施工现场。1 亿 t 水泥散装，可少用 20 亿只包装纸袋，节省制造纸袋的优质木材 330 万 m<sup>3</sup>，以及生产纸袋用纸消耗的水 1.2 亿 m<sup>3</sup>，煤 80 万 t，还可避免纸袋破损和残留造成的水泥损耗 500 万 t，总共节能 237 万 tce。我国 2015 年水泥散装率为 58.4%，散装量 13.7 亿 t，节煤 3145 万 tce，减少粉尘排放 1376 万 t，综合效益 616 亿元。

### 37、超高性能混凝土 ultra high performance concrete

性能远远超过普通混凝土的混凝土。它用钢纤维增强而不用钢筋。与普通混凝土相比，其抗压强度高 6~8 倍，抗折强度高 10 倍，耐火性高 100 倍，并具有良好的隔热性能，在保证一定强度的条件下，可以做得非常薄，可像雕塑一样做成各种颜色和形状。

用 C110-137 超高性能混凝土替代我国建造高层建筑常用的 C40-60 混凝土，可节省水泥 30%~70%，钢材 15%~25%。这种混凝土是法国拉法基公司专利产品，已商业化，国内已建生产线。

### 38、新型墙体材料 new type wall materials

新型墙体材料是指用来替代传统粘土实心砖的墙体材料。有三大类 20 多种。包括烧结空心制品，如空心砖、加气混凝土砌块等；利用工业废渣（煤矸石，粉煤灰，各种废渣）和江、河、湖淤泥（砂）为主要原料的烧结制品；轻质墙板，如聚苯泡沫塑料板、岩棉板、玻璃棉板、石膏板等。新型墙体材料与粘土实心砖相比，具有重量轻、性能好、耗能低、施工快等优点，而且可避免取土毁田。生产新型墙体材料的能耗比粘土实心砖低 40%。用于建筑，采暖能耗减少 30%以上。2013 年，我国新型墙体材料占墙体材料总产量的 63%。

### 39、先进制砖技术 advanced brick production technique

高效率、多功能、自动化、节能环保的制砖技术。大型自动化制砖设备，液压振动成型，砖或砌块密实度均匀，强度高；可用煤矸石、粉煤灰、炉渣等为主要原料，生产免烧砖，无需烧制，常温保养；采用真空挤出机。大型制砖机年产能超过 6000 万块标准砖，计算机控制，机器人操作。可生产普通砖、多孔砖、空心砌块等多种产品。

### 40、薄陶瓷砖 thickness ceramic tile

普通陶瓷砖厚度为 9~12mm。近年我国被淘汰的陶瓷企业 90%以上是因节能减排问题被关停的。陶瓷砖减薄是节能减排的重要举措。2015 年，在全国范围内推广薄陶瓷砖，厚度为 4.7mm。全行业一年可节煤 500~600 万 t，节省原料 2000 万 t。2015 年，我国陶瓷砖产量达 101.8 亿 m<sup>2</sup>。

### 41、离子膜法制烧碱技术 caustic soda production technique by ion exchange membrane

是用离子交换膜、电解质溶液制造高纯度烧碱、氯气和氢气的工艺。原盐经水化、精制后进入电解槽阳极室，利用阳极室和阴极室之间的电子膜有选择地让一定离子通过的特性电解盐，得到高纯度碱，并产出氯气和氢气。离子交换膜具有排斥阴离子而吸引阳离子的特性。电解时，阳极室中带正电荷的钠离子通过离子膜进入阴极室，与纯水离解生成的带负电荷的 OH 结合成 NaOH，即烧碱。同时，从阴极放出氢气，从阳极放出氯气。离子膜法制烧碱和隔膜法相比，综合耗能可降低 28%；设备效率高，占地少，单位投资可减少 25%；生产稳定，无污染。2015 年，我国离子膜法制烧碱产量占烧碱产量的 95%。

### 42、炼油化工一体化 refining-chemical integration

在一个企业内同时进行炼油和化工生产，充分体现循环经济理念。这种模式的特点是集约化、短流程、安全环保。各种生产装置通过管道连接，不用储罐和车辆；原料互供，综合利用水平高；所用原料全部是经脱硫净化的气体燃料；充分利用余热。因此，原料和能源利用率高，污染物排放少。我国最大的炼油化工一体化项目 2009 年 11 月在泉州建成投产，炼油厂产能由 400 万 t 扩建到 1200 万 t，年产乙烯 80 万 t，丙烯 65 万 t，聚丙烯 40 万 t，芳烃 100 万 t。2015 年全国 24 个千万吨级炼油厂中，14 个有乙烯装置。炼油能力 439.7Mt，占全国的 69.5%；乙烯能力 12.51Mt，占全国的 56.8%。

### 43、化工园区 chemical industrial park

园区内及周边化工企业的原料、中间体、产品、副产品和废弃物互供、共享，实现资源利用最大化。我国已建成各类化工园区和化工集中区千余家，其中省级及以上重点化工园区或以石化为主导产业的工

业区有 200 多家。上海化工园区平均万元产值耗能 1.2tce，水耗 33t，仅为同行业平均值的 1/2 和 1/5；与企业自建公用工程相比，投资成本降低近半。

#### 44、绿色制造 green manufacture

旨在提高钢材利用率、生产节能产品的制造技术。包括净成形技术、快速制造技术、热加工工艺模拟及优化技术等。净成形技术是指零件成型后不再加工或仅需少量加工即可用作机械构件的制造技术。快速制造技术是由产品模型驱动，直接或间接作用于材料质点，减少甚至无需任何模具，快速完成任意复杂形状的原型、零件、模具制造的技术。我国机械工业钢材利用率 60%~70%，国际先进水平达 90%~95%。节材潜力很大。

#### 45、绿色造纸 green paper

山东泉林集团研制的秸秆清洁制浆新技术，每年利用秸秆 80 万 t，生产本色纸，用来制造餐具、包装盒等可直接与食物接触的产品，可完全降解，已出口到 20 多个国家。

采用这项新技术制浆，纸浆不含任何漂白化学品、增白剂和二恶英。与传统漂白草浆相比，节能 20%，吨浆节水 20~30t，成本降低 50%。建成“物化+复合曝气+厌氧+好氧+深度脱色+人工湿地”水处理工程，外排水各项指标优于国外木浆环保标准。从纸浆黑液中提取出生物腐殖酸，生产有机肥 40 万 t。

#### 46、智能制造 intelligent manufacturing

制造业与信息通信技术的深度融合。工业机器人与物联网、人工智能、云计算、大数据等新技术相结合，实现生产装备、生产线和生产组织的智能化。应用智能制造的企业，生产成本可下降 20%，能源消耗和污染物排放减少 10%。

我国已开始在汽车、航空、电子制造以及金属加工、钢铁、建材、石化、纺织、食品饮料等行业应用智能制造。2015 年有 38 个行业、46 个智能制造示范项目，生产效率提高 30%，节能 9.5%。

#### 47、工业机器人 industrial robots

是一种仿人操作、机电一体化的自动化生产设备。自动控制，可重复编程，能在三维空间完成多种作业，在工业生产中代替人做某些单调、频繁、重复的长时间作业，或危险、恶劣环境下的作业。工业机器人是一种节能、增效的绿色生产设备。采用工业机器人的全自动喷涂系统，可节能 15%。2014 年我国新增工业机器人 5.6 万台，增长 54%，是世界上工业机器人增长最快的国家，保有量 20 万台，2015 年新增 7.5 万台。

#### 48、再制造技术 remanufacturing technique

利用废旧的机械设备的零部件进行批量化高技术修复和性能升级，再重新组装成产品。再制造的设备的性能和质量可以达到甚至超过新产品的水平，而成本仅为制造新产品的 50%，可节能 60%，节材 70%。再制造技术已用于汽车、工程机械、家用电器、办公设备等领域。美国再制造业年销售额已超过 1000 亿美元。我国再制造技术发展迅速，已研制出有自主知识产权的等离子和高速电弧喷涂、纳米电刷镀、纳米自修复添加剂等关键技术，并用于汽车零部件、飞机叶片、数控机床、斯太尔发动机、大型化工装置部件等设备的再制造。2015 年，已有 600 多家试点企业，产值超过 100 亿元。已形成汽车发动机、变速箱、转向机、发电机共 23 万台套的再制造能力。2013~2015 年将再制造 2000 万 kW 淘汰电动机。

#### 49、煤矸石综合利用 coal refuse comprehensive utilization

煤矸石主要用于发电，生产建材，以及筑路、复垦、塌陷区回填。2015 年，我国煤矸石产生量达 7.56 亿 t，利用率 64.2%。利用煤矸石和煤泥发电装机容量 3000 万 kW，发电 1600 亿 kWh，利用煤矸石和煤泥 1.5 亿 t，占 32%；生产建筑材料利用煤矸石 5600 万 t，占 12%；筑路、复垦和塌陷区回填 2.6 亿 t，占 56%。

#### 50、粉煤灰综合利用 flyash comprehensive utilization

2015 年，我国粉煤灰产生量达 6.2 亿 t，利用率 70%。2013 年用于生产水泥、墙体材料和混凝土分别为 1.76 亿 t、1.12 亿 t 和 6400 万 t，分别占 44%、28%和 16%；用于筑路、农业和提取矿物分别占 5%、3%和 4%。

#### 51、包膜控释肥料 controlled release fertilizer by contained membrane

包膜控释肥料是根据作物需要和土壤特性制定肥料（氮磷钾）配方，通过包膜按预定释放模式施肥，可大幅提高肥料养分利用率，节省化肥 15%~25%，并减少污染。

2015 年我国产量估计达 650 万 t。已有 30 多种作物大面积推广，推广面积 1.6 亿亩。玉米增产 10.4%，马铃薯、葡萄、西瓜等增产 10%~20%。



## 52、测土配方施肥 spread manure by measure the soil and make up a prescription

通过土壤测试，了解土壤肥力状况，遵循作物需肥规律，建立科学施肥体系，制定作物所需肥料配方，由企业按配方生产，并指导农民施肥。测土配方施肥可改善土壤理化性能，增强土壤保水保肥能力，节省肥料，增加作物产量，减少作物病害，提高产品质量。2015年，全国推广面积15亿亩，减少不合理施肥450万t，节煤1200万t。

## 53、秸秆综合利用 straw comprehensive utilization

2015年，我国秸秆可收集量9.0亿t，利用7.2亿t，利用率80%。秸秆用作农村居民燃料的占11.4%，用来还田作肥料占43.2%，用作饲料占18.8%，用作人造板材和制浆造纸占2.7%，用作种植食用菌基料占4.0%。

## 54、节能建筑 energy-saving building

设计和建造采用节能型结构、材料、器具和产品的建筑物。主要包括：（1）围护结构。外墙和屋面，采用复合隔热保温结构，墙体材料采用加气混凝土、多孔砖、膨胀珍珠岩、岩棉、聚苯乙烯、聚氨酯泡沫塑料等；窗采用低导热系数材料、热反射和低发射率镀膜中空玻璃。与我国常规建筑相比，采暖空调能耗可减少50%以上。（2）采暖空调。采用燃气热电冷联供系统；供热采用高效锅炉、双管系统和调控装置，热表到户，计量收费。节能潜力30%~35%。（3）采用高效燃气和电热水器，可节能15%。热泵热水器替代电阻热水器，节能潜力50%。（4）照明。用紧凑型荧光灯代替白炽灯，可节能70%以上；细管荧光灯替代粗管荧光灯，可节能10%；日光集光和分配照明系统，可节能50%。（5）采用建筑用能（采暖、空调、通风、照明等）计算机控制系统，可节能10%以上。（6）利用可再生能源。被动太阳房，一个采暖季可节能30kgce/m<sup>2</sup>；太阳能热水器，年节能120kgce/m<sup>2</sup>（集热面积）；先进太阳能建筑，采用光伏电池发电系统，热泵，控制系统，高性能隔热保温材料，蓄热材料和窗玻璃，可节能85%；地热水供暖，一个采暖季可节煤40kg/m<sup>2</sup>；地源热泵采暖空调，可节能30%以上。

## 55、绿色建筑 green building

是指全寿命周期内，最大限度节约资源（节能、节地、节水、节材），保护环境，减少污染，为人们提供健康、适用和高效的使用空间，与自然和谐共生的建筑。又可称为可持续建筑，生态建筑，节能环保建筑。

我国2015年1月1日开始实施的《绿色建筑评价标准》，绿色建筑分为一星、二星和三星3个等级。

2014年，我国新建绿色建筑1.7亿m<sup>2</sup>，2015年11亿m<sup>2</sup>。绿色建筑平均节能率达58%。

天津万科锦庐园社区服务中心，是国内首个获得三星设计标识的会所。采用的技术主要有：LED照明，太阳能热水系统，地源热泵系统，可调遮阳百叶系统，双向流新风系统，热回收系统，CO<sub>2</sub>监控系统，湿度调节系统，光导管，屋面种植，垂直绿化。

## 56、被动房 passive house

是指采用节能的构造设计、围护结构、建筑材料等技术，充分利用室内生活热量和可再生能源，实现舒适的居住环境的房屋。与传统住宅相比，可节能75%。2015年，我国已建、在建、拟建被动房示范建筑40栋，总建筑面积40万m<sup>2</sup>。

中德被动式低能耗建筑示范项目秦皇岛“在水一方”小区，地上6层，1200m<sup>2</sup>，2014年建成，是目前国内节能率最高的住宅。

采用的技术主要有：外墙和屋顶保温隔热分别采用220mm石墨聚苯板和挤塑聚苯板；节能门窗，窗玻璃采用三层两中空低发射率玻璃，门采用德国铝木复合框料；可调节外遮阳卷帘，可按太阳光照强度自动控制；自然通风技术；无热桥处理技术，避免建筑物内结露霉污现象；太阳能热水系统，集热面积305m<sup>2</sup>，保温水箱8m<sup>3</sup>；新风预冷（热）技术；地下光导照明技术，利用自然光为地下车库照明；光伏发电，屋顶光伏电池20kW；新风系统热回收技术，回收率达79%；空调主机变频技术；新风系统末端变风量技术；地源热泵；能耗综合监测技术；室内空气质量实时监测和新风自动控制技术；能耗模拟分析技术。

## 57、工业化建造房屋技术 industrialization made house technology

以工厂预制、现场组装方式建造房屋。具有节材、节能、节地、抗震、环保等优点，工地几乎没有建筑垃圾。中国已有成熟技术，通常采用钢结构、高强度预应力混凝土构件和轻质建材。与传统建房方式相比，可节材30%，节能70%，节地20%，工期缩短80%，建筑垃圾减少90%。欧、美住宅建设产业化率超过60%，日本达70%，中国约20%。2015年，全国工业化建房规模已超过4000万m<sup>2</sup>。

## 58、低发射率玻璃 low-E membrane plating glass



在玻璃上镀一层或多层由银、铜、锡等金属或其化合物组成的薄膜。这种玻璃对可见光有较高的透射率，能反射 80%以上的室内物体辐射的红外线，使其保留在室内，具有良好的阻隔热辐射的保温性能，同时能反射太阳辐射热，并避免反射光污染。广东东莞住宅建筑推广应用，年耗电量减少 60%。欧美国家普及率已达 85%。2015 年我国这种新型节能玻璃的产能为 1.5 亿 m<sup>2</sup>。

低发射率玻璃按镀银层数分为单银、双银和三银 LOW-E 玻璃，分别为第一代、第二代和第三代产品。其节能率分别为 50%、60%和 70%。三银 LOW-E 玻璃国内已有产品。

### 59、立体绿化 three-dimensional greening

在建筑物屋顶、墙壁、门窗等处种植绿色植物，可以减少灰尘，削弱城市“热岛”效应，节约能源。盛夏室内温度比未立体绿化建筑低 3~5℃，公共建筑夏季空调可节电 30%以上。上海“十二五”期间将新增立体绿化面积 150 万 m<sup>2</sup>，北京新增屋顶绿化面积 100 万 m<sup>2</sup>。

### 60、磁悬浮空调 magnetic suspended central airconditioners

利用永久磁铁和电磁铁组成的数控磁轴承系统，使中央空调压缩机的运动悬浮在磁衬上，无摩擦，空调系统无需润滑。磁悬浮空调比普通空调节能 50%。我国已开始推广应用。全国办公和商业建筑中央空调若全部改用磁悬浮空调，一年可节电 320 亿 kWh。

### 61、智能家用电器 smart household appliances

是将微处理器、传感器技术、网络通信技术引入家电设备形成的家电产品。能自动感知住宅空间状态和家电自身状态，以及家电服务状态；自动控制，接收用户在住宅内或远程控制指令；可与住宅内其他家居设施（中央空调、换气，音响，灯光，窗帘，安防等）互联，实现智能家居。

2015 年 1 月，长虹发布国内首款三网融合智能电视 CHiQ，能记忆用户喜好，感知用户情绪。美菱电器发布了搭载云图像识别的 CHiQ 冰箱，具备人体状态感知功能的 CHiQ 空调。

智能家电采用无线传输控制技术，替代综合布线，体现节能、环保。

### 62、双温双控智能冰箱 double temperature and double control intelligent refrigerator

西门子双温双控智能冰箱是用 2 个温控器控制冰箱。冷藏室和冷冻室各有一个温控器。当冷藏室达到指定温度，或者不需要制冷时，立即关闭，制冷剂进入冷冻室制冷。当冷藏室和冷冻室都需要制冷时，同时制冷。冷藏冷冻分开操作可减少冰箱电耗。这种冰箱制冷能力超强，能使食物快速冷冻，保持食物营养，还采用零度保鲜技术和风冷无霜技术。已在中国销售。

### 63、灵感超节能热水器 inspired super energy-saving water heater

西门子灵感超节能热水器，有一个智能记忆芯，记录主人用水习惯和偏爱的水温。使用时，能判断所需水量和水温。还能根据季节变化，高峰用水等信息，将水加热到适合的温度。智能控制提高热水器工作效率，大幅降低能耗。80 升的电热水器，一年可节电 490kWh。热水器有半胆和全胆两套智能加热系统，3200W 大功率速热，持续加热功能可为 4 人接连洗澡提供热水。2010 年在中国上市，获年度热水器最佳产品奖。

### 64、3D 空气冷凝式洗衣干衣机 3D air condensing washing dryer

西门子 3D 空气冷凝式洗衣干衣机，采用空气冷凝和立体烘干等新技术，比传统洗衣干衣机节水 90%，节能 50%。国内已有产品出售。

经加热器加热的干燥热空气，穿过衣物变成冷湿空气，然后通过冷凝系统，变成干燥冷空气，同时析出水分，流入储水器或排出，如此循环往复，将衣物烘干。立体烘干技术，使衣物与气流接触面最大化，大大提高烘干效率。自动控制烘干过程，衣物均匀烘干，并避免衣物变形或受损。

### 65、智慧厨房 intelligent kitchen

2016 年 7 月，海尔推出智慧厨房。采用光影触控技术。这是一种最新的电脑输入方法，是最简便、自然的人机交互方式。使用时用手指在触控屏（面板）上操控，当触及屏上图形按钮时，屏上触觉反馈系统根据预先编程的程式驱动各种连接装置，在液晶显示屏上显示出影音效果。

海尔智慧厨房的特点是场景化自动控制，自动安全提示。设备内置大量图文、视频菜单，教用户烹饪美味。还可边做饭边看电影或文体娱乐节目。

智慧厨房采用深腔自净芯抽油烟机，能自动识别、清洗油污。燃气灶具有防干烧、自动熄火功能，燃气泄漏时自动报警。

### 66、先进固体燃料炉灶 advanced solid fuel stove and cooking stove

2015 年，全国民用煤炉灶耗煤 3 亿 t，生物质能直接燃烧消耗约 1 亿 tce。民用固体燃料炉具热效率

低，污染严重。传统煤炉热效率只有 20%，传统烧柴炉灶热效率仅 10%~15%。国内已推出热效率 70% 以上的烧煤、烧柴炉灶。推广高效燃煤炉灶，节煤潜力达 1.5 亿 t。

我国居民生活低效利用大量固体燃料带来严重的健康和生态问题。2014 年，我国居民使用固体燃料产生的室内污染，导致呼吸系统疾病死亡 105 万人。联合国环境规划署指出，烧生物质和煤的传统炉灶、砖窑和柴油机排放的烟尘中的黑碳，是引起气候变化的第二大因素，仅次于 CO<sub>2</sub>。我国民用柴炉排放的黑碳占黑碳总排放量的 40%。大量薪柴低效利用，还导致森林植被破坏，水土流失加剧。

## 67、农村沼气 rural biogas

沼气是生物质（人、畜粪便、农业和工业有机废弃物等）在厌氧条件下通过微生物分解而成的一种可燃气体，含甲烷 60%~70%，热值约 5500kcal/m<sup>3</sup>。

2015 年，全国农村沼气达 4300 万户（含集中供气），约 1.73 亿人受益。全国沼气产量 168 亿 m<sup>3</sup>，生产有机肥 4.6 亿 t。使用 168 亿 m<sup>3</sup> 沼气替代薪柴，相当于 1.51 亿亩林地的年蓄积量。

## 68、地源热泵 ground source heat pumps

地源热泵是利用浅层地热的一种地下热交换器热泵系统。浅层地热来自土壤、砂石和地下水。热交换器通常采用垂直埋管，钻井深度一般不超过 50~100m。地源热泵的供热系数一般可达 3~4。地源热泵供暖比燃煤锅炉节能 20%~50%，供冷比冷水机组节能 10%~20%。我国地源热泵发展迅猛，2015 年地源热泵供暖的建筑面积达 4.1 亿 m<sup>2</sup>。

## 69、智能热网 smart heating grid

一种利用城市废热的智能化热网。利用热泵回收城市地铁系统和下水道等积聚的废热，通过管道和热交换器向用户供热，形成一个城市热网。挪威奥斯陆、芬兰赫尔辛基、加拿大温哥华以及丹麦和瑞典的城市已建利用废热的城市热网。

## 70、紧凑型荧光灯 compact fluorescent lamps, CFL

俗称节能灯。是一种新型高效电光源产品，发光效率 80 流明/瓦，寿命 5000~10000 小时。与普通白炽灯相比，发光效率高 5~7 倍，节电 70~75%，寿命长 8~10 倍。由于光效高、显色性好、体积小巧、结构紧凑、使用方便，是替代白炽灯的理想电光源。

CFL 是一种低压汞蒸气放电灯。灯管以专用玻璃管制成，两端是灯丝，灯丝上涂有发射电子的电子粉，灯管内充有少量汞及惰性气体，管壁涂有稀土三基色荧光粉，灯管与镇流器合为一体，不用启辉器。产品有 U、D、螺旋、球、环等形状，配电子或电感镇流器。其发光原理与荧光灯基本相同。通电后，电极发出电子，撞击汞原子，产生紫外辐射，轰击荧光粉产生可见光。

CFL 适用于家庭、宾馆、商场、学校、办公室以及公共建筑照明。我国是世界 CFL 最大生产国和出口国。2013 年产量达 44.5 亿只，占全球的 80%。

## 71、发光二极管光源 light emitting diode, LED

又称半导体照明。是一种半导体固体发光器件。其发光原理是：利用半导体芯片作为发光材料，当芯片两端加上正向电压时，半导体的 P-N 结中注入的空穴与电子复合引起光子发射，把电能直接转换为光能。其优点是：光效高，已达 110 流明/瓦，耗电比白炽灯少 80%，比紧凑型荧光灯少 50%；寿命长，超过 5 万小时，为白炽灯的 50 倍；不含紫外线和红外线，以及汞、氙等有害物质；90% 电能转化为可见光，发热小，白炽灯 80% 电能转化为热能，只有 20% 转化为光能；所需电压、电流小，安全；无灯线，无玻壳，免维护，不怕丢。缺点是：交流驱动有频闪；光线过亮，只在直径狭小角度内有高亮度；价格高。

LED 初期为红、黄、绿、蓝光，用作仪器仪表指示光源，后来用于交通信号灯，汽车信号灯，大面积显示屏。1998 年推出白光 LED。目前，6~7W 的白光 LED 灯，有 0.06~0.07W 的单管 LED100 颗，可替代 45W 白炽灯。近年我国 LED 产业爆发式发展，2015 年，LED 灯产量达 60 亿只，内销 28 亿只。

## 72、智能照明 intellectual lights

是指利用计算机、无线通信数据传输、扩频电力载波通信技术、计算机智能化信息处理以及节能型电器控制等技术组成的分布式无线遥测、遥控、通讯照明控制系统，实现照明设备的智能化控制。其功能包括：自动调节室内照度，自动切换各照明回路灯具的运行，从而均衡各照明回路灯具的运行时间，灯具亮度无级调节，定时控制，自动延时，灯光情景设置，停电状态记忆，开关状态锁定，达到安全、节能、高效、舒适的目的。智能照明适当、均匀、稳定、无频闪。自动调节照度，充分利用日光，可节电 30%。控制系统有效抑制电压波动，软起动、软关断技术避免冲击电流对光源的损害，灯具寿命可延长 2~4 倍。国内已有智能照明系统产品。

## 73、智能居住小区 intelligent residential subdistricts

应用计算机、通信、控制等新技术，把物业管理、安防、通信等系统集成，为用户提供安全、舒适、便利的生活环境。有 3 个系统。1，物业管理和安防系统。包括燃气、消防监控、报警系统，可视对讲门警，指纹电子门锁，停车场监控；电、水、气表计量；社区机电设备监控系统。2，信息网络服务与管理系统。包括就业、文化娱乐、旅游、交通、健康信息发布；网上超市、订餐、电子付费等电子商务系统；社区安全、物业设备、人口、车辆管理系统。3，住宅智能管理系统。包括家庭保安监控；防火、防燃气泄露报警；紧急求助报警；家用电器自动控制；门窗自动开闭；照明自动控制；社区有线电视、按用户要求点播节目、音乐点播等家庭娱乐系统。

我国已建成一批示范智能居住小区。2016 年深圳已建成 162 个。

#### 74、智慧城市 smart city

是应用物联网、云计算、大数据、空间地理信息集成等新一代信息技术，构建城市规划、建设、管理和服务的智慧化体系，实现城市化和信息化高度融合的更高级城市形态，创造更加美好的生活。它是城市发展的新理念，城市建设的新机制，城市运行的新模式，城市管理的新方式。智慧城市可节电 25%。

2016 年 3 月，国家智慧城市试点城市共有 393 个。标杆试点城市深圳，已建成节能建筑 9100 万 m<sup>2</sup>，年节电 289 亿 kWh。

#### 75、纯电动汽车 pure electric vehicle

是指完全用车载可充电电池作动力源的汽车。电池通常采用铅酸电池。采用氢镍电池、锂离子电池可增加电池容量，提高续航能力。电池通常用交流插头插在车上充电。目前，纯电动汽车技术尚不成熟，价格昂贵，需要建设大量充电站。2012 年，美国 Tesla 公司通过改进电池系统，大大提高了行驶里程和安全性，促进纯电动汽车的推广应用。2015 年，我国纯电动汽车保有量 33.2 万辆。2015 年，全国新能源车保有量 58.3 万辆，增长 169%。销量超过美国成为全球最大新能源车市场。

#### 76、混合动力汽车 hybrid electric vehicle

以汽油或柴油为基本燃料的内燃机和电动机共同提供动力的汽车。动力源通常是汽油内燃机和充电电动机。这两种动力源在汽车不同行驶状态下分别工作或一起工作，通过这种组合减少燃油消耗和尾气排放。通常起步和低速行驶时，仅靠电力驱动；行驶速度升高或紧急加速时，汽油发动机和电动机同时工作；高速行驶时，电池为空调、音响、前灯、尾灯等供电；减速和制动时，电动机变成发电机，为电池充电。与燃油汽车相比，可节油 15%~25%。与纯电动车相比，它在动力性能、续航里程、使用方便性方面具有优势。日本丰田 prius 混合动力车技术较成熟，截止 2012 年 4 月，已在 80 个国家销售 400 万辆，其中美国 150 万辆。2013 年，德国大众推出 XL1 混合动力车，百公里耗油仅 0.9 升。我国混合动力车技术尚不成熟，故障率和维修成本高。2015 年，全国混合动力车保有量 25.1 万辆。

#### 77、低速电动车 low speed electric vehicle

根据 2012 年《纯电动乘用车技术条件》，最高车速低于 80km/h，续航里程小于 80km 的电动乘用车为低速电动车。

与电动自行车或摩托车相比，低速电动车安全、舒适，其最大卖点是便宜，便捷，每辆 2~3 万元占销量的一半。这种简易纯电动车功率 4~10kW，电池容量 3~12kW，以铅酸电池为主，中高端产品采用锂离子动力电池，充电时间 6~12 小时，时速 40~80km，续航里程最大 80~150km。低速电动车市场需求巨大，近年在农村和三、四线城市热销，2014 年销量达 40 万辆，2015 年 60 万辆。2016 年 7 月，已制订规范化条例（草案）。

#### 78、铝制挂车 aluminium trailer

用铝替代钢制造的载重汽车挂车。目前，我国载重挂车约 300 万辆，占比小，但汽油耗量占载重汽车的 25%。载重挂车自重每减少 10%，油耗可降低 8%~10%。按标准车体计，铝制挂车比钢制挂车减重 3t，年行驶 15 万 km，每车每年可节油 5175 升，减排 CO<sub>2</sub>12.93t。我国推广铝制挂车刚刚起步，普及率如能达到发达国家 70%的水平，每年可节油 766 万 t，减排 CO<sub>2</sub> 2200 万 t，节油和提高运力的经济效益 1780 亿元。

#### 79、电动自行车 electric bicycle

用电池输出的电力驱动的自行车。使用电动自行车既安静又清洁，而且穿行、停车方便，维修保养成本低，可替代燃油轻便摩托车。电动自行车是中国发展最快的交通工具，2000 年只有 5 万辆，2015 年超过 2 亿辆。目前，电动自行车 90%采用铅酸电池，每个电池重 4~5kg；10%采用锂电池，寿命为铅酸电池的 3 倍。国家标准规定，电动自行车整车重量应小于 40kg，时速小于 20km。2015 年，我国摩托车保有量为 9000 万辆。如果全部用电动自行车替代，一年可节省汽油 130 万 t。

#### 80、绿色交通 green communications

是指减少环境污染、减轻交通拥挤、合理利用资源的可持续交通系统。采取的措施主要有：改进城市规划和交通需求管理，发展公共交通、节能和清洁能源车辆、电动自行车和公共自行车。在市区运送 100 名乘客，小汽车油耗比公共汽车增加 5 倍，排放的有害气体多 15 倍。北京公共交通占出行比例已从 2005 年的 29.8% 增至 2015 年的 50% 以上。

## 81、智能交通系统 intellectual transportation system, ITS

是将信息技术、卫星技术、数据通信传输技术、电子控制技术和计算机处理技术结合在一起的自动引导、调度和控制的智能化交通系统。包括：城市交通和高速公路智能调度系统，信号灯自适应系统，基于数字地图和全球定位系统的车载导航系统，驾驶者信息系统，不停车收费系统，紧急情况处理系统等。它使人、车、路和谐统一，密切配合。完善的智能交通系统可使路网运行效率提高 80%~100%，堵塞减少 60%，交通事故死亡人数减少 30%~70%，车辆油耗和 CO<sub>2</sub> 排放量降低 15%~30%。

我国已应用智能交通技术。用于信息采集和发布、公共交通、停车管理、不停车收费（ETC）等方面。到 2015 年末，全国已建成 ETC 专用车道 12772 条，用户 2515 万。每年可节油 7415 万升。车辆在不停车收费过程中，可减排 CO<sub>2</sub> 50% 以上。ETC 车道的通行能力为普通车道的 4 倍，有利于集约用地。

## 82、车联网 car networking

将物联网技术应用于汽车。车载电子标签通过无线射频识别、卫星导航、移动通信、无线网络等设备，在网络信息平台上提取、利用所有车辆的属性信息，以及静、动态信息，对所有车辆的运行状态进行检测和监管，并提供多项服务，实现“人—车—路—环境”的和谐统一，对节能减排和行车安全有很大促进作用。我国已在智能公共交通、智能停车管理、不停车收费、车辆信息采集等方面应用车联网技术。2015 年，全国车联网用户已达 1300 万户。

## 83、微米干雾抑尘技术 micron dry dust suppression technique

一种降尘新技术。采用音爆法把降尘用水的分子瞬间打碎成 1~10 微米的微粒，让水雾微粒包裹可吸入粉尘颗粒（PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub>），促其坠落。可广泛用于矿山、港口、工厂、工地等物料粉碎、筛分、装卸、输送、储存等场所降尘。我国已有多种射程规格的车载射雾器问世。

## 84、高速列车 high-speed rail train

据德国航空和空间技术研究院风洞试验，时速 300km 的高速列车每人每公里平均能耗相当于 2.85 升汽油，轿车（150km/h）为 6 升，空中客车为 7.7 升。高速列车节能措施主要有：列车轻量化；流线型车头，光滑平整车体，减小运行空气阻力；制动能量回收利用。

我国研制的 CRH-380 系列电力动车组，最高商业运营时速 380km。2014 年 8 月 28 日上线运行。

## 85、高速铁路永磁同步牵引系统 permanent magnetic synchronous traction system for high-speed rail train

是转子转速与交流电频率保持恒定的电机。永磁同步电机是由永磁体产生磁场，从而避免由励磁电流产生磁场导致的励磁损耗。

我国南车株洲电力机车研究所研制成功高速列车永磁同步牵引系统。大功率（690kW）永磁同步电机与传统异步电机相比，可节能 10% 以上。

## 86、磁悬浮列车 magnetically levitated train

是靠磁悬浮力（磁的吸力和斥力）推动的列车。轨道的磁力使列车悬浮在空中，因此列车只受来自空气的阻力。

2003 年 1 月，世界第一条商业运营的磁悬浮线路在上海诞生，线路长 30km，运营时速 430km。

2015 年 4 月 21 日，日本东海旅客铁道公司挂有 7 节车厢的磁悬浮列车创时速 603km 的世界纪录。

2016 年 5 月 6 日，长沙中低速磁悬浮列车载客试运行，线路长 18.55km，最高时速 100km，载客 363 人。

## 87、船联网 the ship network

内河航运与物联网融合，实现人船互联、船船互联、船货互联和船岸互联的内河智能航运网络，具有智能识别、定位、跟踪、监控、管理等功能。

2014 年，浙江杭州、嘉兴、湖州，江苏无锡、泰州、镇江等试点城市开始建设船联网。包括船舶航运感知传输网络，水运数据中心监测和数据整合，水路交通监测预警平台，业务协同流程优化水路综合服务体系。采用的技术有：无线射频识别技术（RFID），便捷过闸系统（水上 ETC），电子标签（OBU），全球定位系统（GPS），自动识别系统（AIS 终端）。AIS 是集网络技术、现代通信技术、计算机技术、电子信息显示技术为一体的数字助航系统，配合 GPS，将船位、船重、船向等动态信息，结合船名、呼号、吃水等静态信息，由甚高频（VHF）频道向附近船舶和岸台广播，得以立刻互相通话协调，采取避让行

动。

## 88、生物航空煤油 bio-jet fuel

以动植物油脂和农林废弃物为原料制成的航空燃料。动植物油脂包括餐饮废油，全生命周期 CO<sub>2</sub> 排放量比传统航煤减少 35%以上。我国研制、生产的中石化 1 号生物航空煤油，用餐饮废油作原料，采用加氢工艺生产，以 1:1 的比例与普通航煤混合使用。2015 年 3 月 21 日，加注生物航煤的海南航空波音 737-800 型客机从上海飞往北京，首次商业性载客飞行成功。

据国际航空运输协会预测，到 2020 年，生物航煤将占航油消费量的 30%。目前，我国生物航煤的生产成本为普通航煤的 2~3 倍，尚难推广。

## 89、管道减阻剂 friction reducing agent for pipe

降低流体在管道内流动阻力的化学剂。目前采用多种高分子聚合物。原油和成品油输送管道添加微量 (ppm 量级) 减阻剂，可大大降低管路系统摩擦阻力，提高输送量和安全系数，节约能源。摩擦阻力可降低 40%，输送量增加 30%以上。

## 90、高效电动机 high efficiency motor

是指比通用标准型电动机具有更高效率的电动机。高效电动机从设计、材料和工艺上采取措施，如采用合理的定、转子槽数、风扇参数和正弦组等措施，降低损耗；用冷轧硅钢片代替热轧硅钢片；与变频器集成的变频电动机；高起动转矩永磁电动机等。2011 年我国中小型电动机约有 10 亿台，用电量约 2 万亿 kWh，占全社会用电量的 50%。我国中小型电动机平均效率比国际先进水平低 5 个百分点，系统运行效率低 10~20 个百分点。我国 2013~2015 年推广高效电动机 1.7 亿 kW，到 2015 年估计可节电 800 亿 kWh。

## 91、信息通信技术 information and communication technologies

信息通信技术是信息技术和通信技术的融合，近 10 多年来迅猛发展，已渗透到经济和社会发展的各个领域。应用信息通信技术可以大大促进节能减碳。

据国际数据公司的一项研究，中国应用信息通信技术，到 2020 年，可减排 CO<sub>2</sub> 14 亿 t，节能 5.5 亿 tce。仅此一项，就能实现 2020 年碳排放强度比 2005 年降低 40%的目标。应用领域包括：智能电网，智能建筑，智能物流，节能汽车，工业节能，智能电机，以及交通替代和非物质化服务（通信，电子商务，远程办公，远程会议等）。

## 92、3D 打印 3 dimension printing

即三维打印。是一种激光快速成形技术。采用分层加工、迭加成形、逐层增加材料的方法来生成三维实体。是应用数字化技术的制造工艺和产品的重大创新。使用的材料是可产生固化反应的材料，如树脂、塑料、陶瓷、金属等。其优点是无需机械加工和模具，能直接按照计算机图形数据生成任何形状的物体，可制成汽车、电子、航空航天、钢铁、船舶等高端制造业所需的零部件。加工出的零部件精度和强度高，可实现无缝连接，连接部位的稳定性和强度远高于焊接和加固方法。3D 打印已产业化。我国已用于医疗、航空航天、汽车、军工、模具、电子电器、造船等行业，已用 3D 打印机打印出世界最大钛合金复杂构件。

## 93、云计算 cloud computing

是一种基于互联网的计算机新技术。在计算机流程图中，互联网通常以云状图案来表示，形象地类比为云。云计算通过网络把多个计算机和服务整合成一个具有强大计算能力的系统。终端用户可以通过网络利用这种系统处理数以千万甚至亿计的信息。这意味着只要联上网络，就能得到世界上所有强大的计算机包括超级计算机提供的服务，如世界运算速度最快的中国“天河一号”超级计算机，其峰值速度达每秒 5.49 亿亿次。“云”就是计算机群，每朵“云”有几十万甚至上百万台计算机。云计算不用担心资料丢失，但共享、动态的云计算资源减弱了用户的控制能力，给信息安全带来新的挑战。

我国已掌握云计算的核心技术，主要云计算平台、计算能力和数据处理能力已跻身世界前列。应用领域迅速扩展，目前包括医药医疗，制造，能源，金融，交通，电信，电子政务，教育，科研等。2015 年，我国云计算产业规模达 7500 亿元。

云计算可促进工业生产方式向数字化、网络化和智能化变革，大幅降低企业尤其是中小企业信息化成本，促进大众创业，万众创新。

## 94、大数据 big data

是指对网络上海量文本、图像、音频和视频数据进行采集、分析、加工和利用。大数据量大，类型多样，生成速度快，是一般软件工具难以捕捉、存储、管理和分析的数据。大数据已经成为新知识的一个主要来源，是信息产业最具发展潜力的技术。我国是大数据产业发展最快的国家之一，大数据正在快

速、广泛、多维度、多层次普及应用，包括能源开发，电力，智慧城市，智能交通，电子商务，通信，医疗，教育，游戏，旅游，服装，房地产，银行，证券，保险，食品安全，气象，海事等。2015年4月全国正在实施的大数据项目有19636个。

## 95、新型半导体芯片 new type semiconductor chip

半导体是导电率介于导体与绝缘体之间的晶体材料。最常用的是元素半导体硅，还有锗；以砷化镓为代表的化合半导体；新一代半导体主要是氮化镓。半导体材料可用化学方法处理，使它具有传导和控制电流的功能。

半导体技术开创信息时代之先河。半导体芯片用途十分广泛，节能潜力巨大。应用领域包括：计算机和服务器，智能通信，互联网，燃油汽车和电动汽车，智能交通系统，照明，电机系统，智能电网，传感器和控制器，风力发电和光伏发电系统。2015年3月26日，重庆邮电大学在发布会上展示全球首款工业物联网 SIP 芯片 CY2420S。这种新型芯片可用于智能工厂、智能电网、智能交通和其他民用领域。这标志着中国工业物联网技术达到世界先进水平。其最大特点是可接受无线网络控制，功耗低，可靠性高。试验表明，采用该芯片的设备，生产线处理速度提高50%，能耗下降一半左右。

2015年，我国芯片90%靠进口，进口金额达2322亿美元，远超石油进口金额1485亿美元（原油1342亿美元，成品油143亿美元），是第一大进口商品。

## 96、纳米煤活化剂 nano coal activator

一种激活燃煤能量，延长燃烧时间的纳米超细粉剂。掺入纳米活化剂的煤在炉膛内遇高温沸腾，活化剂激活燃料的能量。煤燃烧产生氢气、乙炔和一氧化碳，氢气和乙炔在氧作用下是优质可燃气体。一氧化碳高温燃烧形成二氧化碳，二氧化碳与水煤气反应还原成一氧化碳。在活化剂作用下，一氧化碳周而复始形成新的可燃物，从而大大延长煤炭燃烧时间，减少用煤量。使用美国、日本的纳米活化剂0.4kg，可节煤5t以上。

## 97、车用燃料质量升级 upgrades of vehicle fuel quality

据环境保护部2015年4月1日发布的“大气颗粒物源解析成果”，机动车是北京、杭州、广州、深圳4城市大气污染“元凶”。北京机动车占本地PM2.5排放量的31.1%，深圳占41.0%。

车用汽、柴油质量标准，国1、国2、国3、国4、国5汽油含硫量限值分别为800、500、150、50和10ppm，执行时间分别2000、2005、2010、2014和2017年。国1、国2、国3、国4、国5柴油含硫量限值分别为2000、500、350、50和10ppm，执行时间分别为2000、2003、2013、2015和2017年。需要说明的是，国5汽、柴油标准执行期间原定为2018年1月1日，2015年4月28日，国务院常务会议决定提前到2017年1月1日。日本和欧盟分别在2006年和2010年开始执行汽油含硫量限值10ppm的质量标准。

推广使用国5汽油与国4汽油相比，在用车污染物总排放量可减少10%~15%，新车NO<sub>x</sub>排放减少25%。

## 98、能效标识 energy efficiency labels

是附在产品上的信息标签，用来表示产品的能源效率。我国电冰箱、房间空调器等产品的能效标识分1、2、3、4、5五个等级，1级能效最高，5级最低，是能效限定值，即市场准入标准。我国2005年3月开始实施能效标识，到2015年3月，累计销售贴有能效标识的家用电器18亿台，照明产品近100亿只，办公设备2亿多台，商用设备1000多万台。10年累计节电4419亿kWh。

## 99、高排放行业大气污染物排放标准 emission standard of air pollutants for high emission industry

火电厂大气污染物排放标准，GB13223-2011。2011年实施。烟尘排放限值由2004年标准的50mg/m<sup>3</sup>降至30mg/m<sup>3</sup>，SO<sub>2</sub>由400mg/m<sup>3</sup>降至200mg/m<sup>3</sup>（现有锅炉）和100mg/m<sup>3</sup>（新建锅炉），NO<sub>x</sub>由450mg/m<sup>3</sup>降至100mg/m<sup>3</sup>。美国现行标准，烟尘、SO<sub>2</sub>和NO<sub>x</sub>分别为30mg/m<sup>3</sup>、200mg/m<sup>3</sup>和200mg/m<sup>3</sup>。实施新标准，到2015年可减排SO<sub>2</sub>618万t，NO<sub>x</sub>580万t。

锅炉大气污染物排放标准，GB13221-2014。现有锅炉2014年执行，新建10t/h以上锅炉2015年10月1日执行，10t/h以下锅炉2016年7月1日执行。在用燃煤锅炉颗粒物排放限值80mg/m<sup>3</sup>，新建锅炉50mg/m<sup>3</sup>；SO<sub>2</sub>在用400mg/m<sup>3</sup>，新建300mg/m<sup>3</sup>；NO<sub>x</sub>在用400mg/m<sup>3</sup>，新建300mg/m<sup>3</sup>；汞及化合物0.05mg/m<sup>3</sup>。实施新标准，80%的燃煤工业锅炉面临改造和淘汰压力，改造所需投资估计达3210~4010亿元。执行新标准后，可减排颗粒物66万t，SO<sub>2</sub>314万t。

水泥工业大气污染物排放标准，GB4915-2013。现有企业2014年3月1日执行，新建企业2015年7月1日执行。颗粒物排放限值由2004年标准的50mg/m<sup>3</sup>（水泥窑等热力设备）和30mg/m<sup>3</sup>（水泥磨等通风设备）分别降至30mg/m<sup>3</sup>和20mg/m<sup>3</sup>，NO<sub>x</sub>由800mg/m<sup>3</sup>降至400mg/m<sup>3</sup>，新增氨和汞控制项目，排放限值分别为10mg/m<sup>3</sup>和0.05mg/m<sup>3</sup>。实施新标准，水泥企业除尘、脱硝等环保投资比例将达10%~12%，

环保设备运行成本为 12~15 元/t 水泥。

陶瓷工业污染物排放标准，GB25464-2010。2014 年 12 月 12 日，环保部发布陶瓷工业污染物排放标准修改单（部分修订），即日起执行。颗粒物排放限值不变，为 30 mg/m<sup>3</sup>，SO<sub>2</sub> 排放限值由 100 mg/m<sup>3</sup> 降至 50 mg/m<sup>3</sup>，NO<sub>x</sub> 由 240mg/m<sup>3</sup> 降至 180 mg/m<sup>3</sup>。实施新标准，使产量占全国 60% 的广东佛山陶瓷业陷入环保危机，不少企业停产整顿。

## 100、碳捕集和封存 carbom capture and sequestration,CCS

将化石燃料产生的 CO<sub>2</sub> 捕集，并长期封存在地质结构中。

将 CO<sub>2</sub> 注入油气层，可起到驱油气作用，提高油气采收率，同时封存 CO<sub>2</sub>；将 CO<sub>2</sub> 注入煤层，可置换出 CH<sub>4</sub>，提高煤层气采收率。CCS 可使工业源和燃煤电厂的 CO<sub>2</sub> 排放量减少 85% 左右。因此，CCS 可望成为减少温室气体排放的一项关键技术。

2014 年，全球 CCS 项目已达 22 个，其中 13 个正在运行，9 个在建。大部分运行中的项目在美国和加拿大。近年中国 CCS 发展迅速，2014 年已跃居世界第二。

2010 年建成的华能上海石洞口电厂 CO<sub>2</sub> 捕集项目，是目前全球最大的燃烧后 CO<sub>2</sub> 捕集示范工程，年产纯度 99.9% 的 CO<sub>2</sub> 10 万 t，占上海 CO<sub>2</sub> 用量的 2/3。2012 年，神华 10 万 t/a CCS 项目建成投产，从煤炭直接液化生产线捕集的 CO<sub>2</sub>，注入深 1000~3000m 的碱水层中封存，到 2014 年已封存 4 万多 t。神华 CCS 是目前全球最大的煤基全流程 CCS 项目。

## 能源领域世界之最

- 1、煤炭可采储量最多的国家  
中国，2015年末，2440亿t，占世界总储量的24.0%。
- 2、石油可采储量最多的国家  
委内瑞拉，2015年末，411亿t，占世界总储量的18.1%。
- 3、天然气可采储量最多的国家  
俄罗斯，2015年末，47.8万亿 $m^3$ ，占世界总储量24.3%。
- 4、页岩气技术可采储量最多的国家  
中国，2015年，1030亿 $m^3$ 。
- 5、最大煤田  
中国，新疆准东煤田，探明储量2136亿t。
- 6、最大油田  
陆上：沙特阿拉伯加瓦尔油田，1948年发现，可采储量115亿t。  
海上：巴西贝里拉油田，可采储量80~120亿桶。
- 7、最大气田  
陆上：俄罗斯乌连戈伊气田，探明储量8.06万亿 $m^3$ 。  
海上：伊朗南帕斯气田，探明储量8万亿 $m^3$ 。
- 8、经济可开发水能资源最多的国家  
中国，401.8GW，1753.4TWh。
- 9、一次能源总产量最大的国家  
中国，2015年，36.2亿tce。
- 10、原油产量最大的国家  
沙特阿拉伯，2015年，568.5Mt，占世界总产量13.0%。
- 11、原油加工能力最大的国家  
美国，2015年，18315千桶/日。
- 12、煤产量最大的国家  
中国，2015年，3747Mt，占世界总产量47.7%。
- 13、焦炭产量最大的国家  
中国，2015年，447.8Mt，占世界总产量的60%以上。
- 14、天然气产量最多的国家  
美国，2015年，7673亿 $m^3$ ，占世界总产量的21.7%。
- 15、煤层气产量最多的国家  
美国，2012年，600亿 $m^3$ 。
- 16、页岩气产量最多的国家  
美国，2015年，4323亿 $m^3$ 。
- 17、发电量最多的国家  
中国，2015年，5810.6TWh，占世界总量21.4%。
- 18、水力发电最多的国家  
中国，2015年，1126.4TWh，占世界总量28.7%。
- 19、小水电最多的国家  
中国，2015年，75GW，230TWh。
- 20、水电比重最大的国家  
挪威，2012年，占总发电量95.0%。
- 21、核电最多的国家



- 美国，2015年，100台机组，99GW。
- 22、核电占发电量比重最高的国家  
法国，2015年，76.0%。
- 23、在建核电站最多的国家  
中国，2015年10月，在建25座反应堆，27510MW。
- 24、铀产量最多的国家  
哈萨克斯坦，2014年，22800t。
- 25、地热电站装机容量最多的国家  
美国，2015年，3525MW。
- 26、地热占一次能源消费量最多的国家  
冰岛，2015年，66%。
- 27、风力发电装机容量最多的国家  
中国，2015年，145.1GW。
- 28、风电占总发电量比重最大的国家  
丹麦，2015年，42.1%。
- 29、光伏电池产量最多的国家  
中国，2015年，43.2GW。
- 30、光伏发电量最多的国家  
中国，2015年，392TWh。
- 31、生物质能直接燃烧最多的国家  
中国，2015年，100Mtce。
- 32、沼气产量最多的国家  
中国，2015年，168亿m<sup>3</sup>。
- 33、生物质发电装机容量最多的国家  
美国，2014年，13.7GW。
- 34、生物燃料产量最多的国家  
美国，2015年，30.98Mtoe。
- 35、太阳能热水器使用最多的国家  
中国，2015年，集热面积44200万m<sup>2</sup>。
- 36、地热直接利用最多的国家  
中国，2015年，24.1Mtce。
- 37、最大石油公司  
沙特阿拉伯国家石油公司，2015年，原油产量476.4Mt，天然气1082亿m<sup>3</sup>。
- 38、最大天然气公司  
俄罗斯天然气工业股份公司，2015年，产量4664亿m<sup>3</sup>。
- 39、最大煤炭公司  
印度煤炭公司，2015年，产量550Mt。
- 40、最大电力公司  
中国华能，2015装机容量16063万kW，发电6146亿kWh。
- 41、最大煤矿区  
美国波德河矿区，2013年煤产量454Mt。
- 42、最大矿井  
中国神木-东胜矿区大柳塔矿，2015年，原煤产量3544万t。
- 43、最大露天煤矿

- 美国怀俄明州 North Antelope Rochelle 矿，2012 年产量 9768 万 t。
- 44、最大燃煤电站  
中国台湾台中电站，装机容量 5780MW。
- 45、最大燃油电站  
日本鹿儿岛电站，装机容量 4400MW，4×600MW 和 2×1000MW 超临界机组。
- 46、最大燃气电站  
日本富津电站，2014 年 LNG 装机容量 5040MW。
- 47、最大水电站  
中国三峡水电站，装机容量 22.4GW，2015 年发电 870 亿 kWh。巴西/巴拉圭伊泰普水电站，14GW，2015 年发电 892.1 亿 kWh。
- 48、最大在建核电站  
中国阳江核电站，装机容量 6500MW，6 台机组，2015-06 已投产 2 台。
- 49、最大核电机组  
中国，1750MW，2013 年 8 月制成。
- 50、最大地热电站  
美国盖瑟尔斯地热电站，2014 年装机容量 1000MW，1988 年曾达 2043MW。
- 51、最大风电场  
陆上：美国加州 Alta 风电场，2014 年装机容量 1020MW，正在扩建，增至 1550MW。  
海上：英国，367.2MW，2012 年 2 月建成。
- 52、最大风力机  
丹麦，V-164-8.0 型风力机，8MW，塔高 140m，风轮扫掠面积 2.1 万 m<sup>2</sup>，2014 年 1 月 28 日，投产测试。
- 53、最大光伏电站  
美国加利福尼亚州“沙漠之光”光伏电站，550MW，2015 年全负荷运行。中国青海格尔木光伏电站群，2015 年，1698MW，在建 600MW。
- 54、最大太阳热发电站  
美国艾文帕太阳能发电站，装机容量 392MW，2014-02-14 建成。
- 55、运行电压最高的特高压输电线路  
中国，晋东南—南阳—荆门特高压交流输电示范工程，1000kV，全长 640km，2009-11-12 竣工。
- 56、一次能源消费量最大的国家  
中国，2015 年，4300Mtce，占世界总消费量 22.9%。
- 57、石油消费量最大的国家  
美国，2015 年，851.6Mt，占世界总消费量 19.7%。
- 58、最大炼油厂  
委内瑞拉帕拉瓜纳炼油中心，2015 年，年加工能力 47Mt。
- 59、战略石油储备最多的国家  
美国，2015 年，6.95 亿桶。
- 60、煤炭消费量最大的国家  
中国，2015 年，3969Mt，占世界总消费量 50.0%。
- 61、天然气消费量最大的国家  
美国，2015 年，7780 亿 m<sup>3</sup>，占世界总消费量 22.4%。
- 62、煤占一次能源消费量比例最高的国家  
南非，2015 年，68.4%。
- 63、石油占一次能源消费量比例最高的国家

- 新加坡，2015年，86.7%。
- 64、天然气占一次能源消费量比例最高的国家  
乌兹别克斯坦，2015年，87.8%。
- 65、核电占一次能源消费量比例最高的国家  
法国，2015年，41.9%。
- 66、水电占一次能源消费量比例最高的国家  
挪威，2015年，66.0%。
- 67、人均能源消费量最多的国家  
冰岛，2011年，25.63tce。
- 68、无电人口最多的国家  
印度，2015年，2.4亿人。
- 69、高速铁路里程最长的国家  
中国，2016年9月，超过2万km，占全球的60%。
- 70、最快的高铁动车组  
中国，2015年，CRH-380系列电力动车组，最高商业运营时速380km。
- 71、运煤最多的铁路  
中国大同—秦皇岛铁路线，2015年，运煤397Mt。
- 72、电动自行车最多的国家  
中国，2015年，保有量2亿辆。
- 73、最大石油出口国  
沙特阿拉伯，2015年，出口430.5Mt。
- 74、最大石油进口国  
美国，2015年，进口原油366.0Mt，石油制品98.1Mt。
- 75、最大油轮  
新加坡籍 Knock Nevis，净重吨位564763t，日本住友重工制造。
- 76、最大煤炭出口国  
澳大利亚，2015年，出口329Mt。
- 77、最大煤炭进口国  
印度，2015年，进口212Mt。
- 78、最大天然气出口国  
俄罗斯，2015年，出口2075亿 $m^3$ ，其中管输1930亿 $m^3$ ，占世界管输天然气贸易量的27.4%。
- 79、最大天然气进口国  
日本，2015年，进口1180亿 $m^3$ （LNG），占世界LNG贸易量的34.9%。
- 80、最大液化天然气出口国  
卡塔尔，2015年，出口1064亿 $m^3$ ，占世界液化天然气贸易量的31.5%。
- 81、最长输气管道  
中国中亚输气管道，从土库曼斯坦经乌兹别克斯坦和哈萨克斯坦，由新疆霍尔果斯入境，与西气东输二线连接，穿越15个省（市、区）到广州，全长近10000km，年输气能力300亿 $m^3$ ，2009年12月投运。
- 82、最大露天矿用挖掘机  
中国太重集团WK-75型，斗容75 $m^3$ ，2012年出厂。
- 83、最大露天煤矿自卸卡车  
白俄罗斯制造的别拉斯-75710型，载重450t，最大载重超过500t。
- 84、矿井生产效率最高的国家

- 美国，2013年，2.78t/h/工。
- 85、煤矿事故死亡率最低的国家  
澳大利亚，2000年以来，基本实现零死亡，死亡人数不超过3人，2002、2004、2008、2010年零死亡。
- 86、煤矿事故死亡人数最多的国家  
中国，2015年，事故死亡598人。
- 87、最严重的停电事故  
印度，2012年7月31日13时发生，造成北部、东北部和东部超过国土面积一半地区的6.7亿人口（占全国人口43%）电力供应中断，15个小时后基本恢复正常。
- 88、百万千瓦超超临界发电机组运行台数最多的国家  
中国，2015年，82台。
- 89、循环流化床锅炉发电装机容量最多的国家  
中国，2015年，35~1025t/h的CFBC 3000台，总容量100GW。
- 90、煤矸石发电量最多的国家  
中国，2015年，2282亿kWh。
- 91、水煤浆生产利用最多的国家  
中国，2014年，年产能力130Mt。
- 92、LED灯产量最多的国家  
中国，2015年，60亿只。
- 93、单位产值能耗最低的国家  
英国，2015年，107.8tce/百万美元GDP。
- 94、火电厂供电热耗最低的国家  
意大利，2011年，275gce/kWh。
- 95、钢可比能耗最低的国家  
德国，2010年，602kgce/t。
- 96、水泥综合能耗最低的国家  
日本，2014年，111kgce/t。
- 97、政府支出的能源科研费用最多的国家  
美国，能源部，2015年度，102.08亿美元。
- 98、汽油最便宜的国家  
委内瑞拉，2016年1月，0.12元人民币/升。
- 99、二氧化硫排放量最多的国家  
中国，2015年，18.59Mt。
- 100、二氧化碳排放量最多的国家  
中国，2015年，8674Mt。

## 能源统计名词释义

- 1、化石燃料资源与储量
- 2、单位 GDP 能耗
- 3、单位工业增加值能耗
- 4、物理能源效率
- 5、节能率
- 6、终端能源消费量
- 7、生物质燃料消费
- 8、工厂法行业能源消费统计
- 9、电气化程度
- 10、能源消费弹性系数
- 11、能源价格弹性
- 12、能源需求收入弹性
- 13、重化工业
- 14、高技术产业
- 15、高端装备制造业
- 16、规模以上工业企业
- 17、中小微型工业企业
- 18、产业集中度
- 19、剩余可采储量
- 20、原煤和商品煤
- 21、单位产品综合能耗
- 22、发电煤耗
- 23、输电线路损失率
- 24、钢可比能耗
- 25、炼油单位能量因素能耗
- 26、产品物理能源效率
- 27、高标号水泥
- 28、平板玻璃重量箱
- 29、标准砖
- 30、换算吨公里
- 31、产品原料结构
- 32、采暖度日数
- 33、能效比
- 34、外部成本
- 35、差别电价
- 36、居民用电阶梯电价
- 37、标杆电价
- 38、可再生能源电价
- 39、两部制热价
- 40、能源消费补贴

## 1、化石燃料资源与储量 resources and reserves of fossil fuels

化石燃料的资源与储量通常分为资源量、探明储量和可采储量。按照世界能源委员会的定义，化石燃料资源是“自然界赋存的、已查明和推断的资源的数量。这些资源已证明在经济上有开采价值，或在可预见的时期内有经济价值。”

探明储量是“经过详细勘探，在目前和可预期的当地经济条件下，可用现有技术开采的储量。”

可采储量是“截止某一日期（通常是某年末）可从探明储量中开采到地面的储量。”也就是某一日期累计探明储量扣除累计产量，再乘以采收率。

我国 2004 年《矿产资源/储量分类》基本与国际接轨。但名词术语仍有明显差异，令人费解。分为 4 类：储量，基础储量，资源量，查明资源储量。“资源量”大致与国际分类相当。“基础储量”大致相当于国际分类中的探明储量，但“基础储量”中包括普查储量。因此“基础储量”大致相当于国际分类中探明储量的 2/3。“查明资源储量”相当于国际分类中的可采储量。

2015 年，我国煤炭资源量为 38796 亿 t（1500m 深度内），累计探明储量 1.57 万亿 t，剩余可采储量 2440 亿 t。目前广泛引用的英国石油公司世界能源统计数据 1145 亿 t 是 1992 年数据。

## 2、单位 GDP 能耗 energy consumption for unit GDP

也称能源强度（energy intensity）。是指一个国家或地区单位 GDP 消耗的能源量，通常以吨（或公斤）油当量（或煤当量）/万元（或万美元）来表示。它反映经济对能源的依赖程度，受一系列因素的影响，包括经济结构、经济体制、技术水平、能源结构、人口等。

把单位 GDP 能耗当作各地区绩效考核的指标，或进行国际比较，存在明显缺陷。一是当年 GDP 包含过去能源消耗和对未来 GDP 的贡献，导致能源效率被低估或高估。二是由于发展阶段、经济结构、资源条件的差异，以及能源贸易和汇率等因素，地区间和国际间可比性差。

## 3、单位工业增加值能耗 energy consumption for unit value-added of industry

每产生一个单位的工业增加值所消耗的能源量。工业增加值是工业企业在报告期内以货币形式表现的工业生产活动的最终成果。工业增加值=工业总产出—工业中间投入—应交增值税。

我国分行业能源平衡表按一次能源计算，未扣除能源加工、转换和贮运损失，也未扣除平衡表中工业部门用于交通运输的汽油和柴油。因此，单位工业增加值能耗下降形成的节能量失真。有关部门计算的工业增加值能耗下降节能量比全国 GDP 能耗下降节能量还高。

## 4、物理能源效率 physical energy efficiency

是指在使用能源（开采、加工转换、贮运和终端利用）的活动中，所得到的起作用的能源量与实际消耗的能源量之比。能源系统的效率由三部分组成：

开采效率 mining efficiency

即回采率或采收率，用从一定能源储量中开采出来的产量的热值与储量的热值之比来衡量。

加工和转换效率 processing and conversion efficiency

是起作用的能源的产量与加工转换时投入的能量之比，其差额即加工转换过程中的损失和耗用的能源。“加工”是指煤、石油、天然气、铀矿等的精选或炼制。“转换”则是包括炼焦、发电、产热、气化、液化等一次能源变成二次能源的过程。

储运效率 storage and transportation efficiency

用能源输送、分配和储存过程中的损失率来衡量。一般不包括自身消耗的能源，但输电线路中的变压器和管道输送泵所消耗的能源计算在内。

终端利用效率 end-use efficiency

是指终端用户得到的有用能与过程开始时输入的能源量之比。

能源系统总效率 total efficiency of energy system

是能源开采效率、加工转换效率、储运效率和终端利用效率的乘积。通常所说的“能源效率”是指后三个环节的总效率。

2014 年，我国能源效率（加工、转换、储运和终端利用）为 37.3%。

## 5、节能率 energy saving rate

节能量与比较基准期的相应能源消费量之比。通常按单位 GDP、工业增加值节能量或单位产品节能量计算。我国 2015 年万元 GDP 能耗下降节能率为 5.6%。

## 6、终端能源消费量 final consumption of energy

按照国际通行的能源平衡定义，终端能源消费量等于一次能源消费量扣除能源工业（我国分 5 个行业：煤炭开采和洗选，石油和天然气开采，石油加工和炼焦，电力、热力生产和供应，燃气生产和供应）

所用的能源和一次能源加工、转换、输送损失（火力发电损失，选煤、石油加工、炼焦损失，输电损失等）。中国能源平衡表按电力折标准煤方法列出两组数据，即发电煤耗法和电热当量法。平衡表中按发电煤耗法计算的终端能源消费量未扣除能源工业所用能源和发电等损失；按电热当量法计算的终端能源消费量，扣除了发电等损失，但未扣除能源工业所用能源。我国 2014 年终端能源消费量为 2926Mtce，占一次能源消费量的 68.1%。

## 7、生物质燃料消费 biomass fuel consumption

国际能源署的统计称为“可燃可再生能源”。是指直接燃烧的薪柴、秸秆等生物质能的消费量。2015 年，我国生物质燃料消费量达 130Mtce，是仅次于煤炭和石油的第三大能源，其中用于农村居民炊事和取暖的约 100Mtce，用于农副产品加工等生产的约 30Mtce。

## 8、工厂法行业能源消费统计 statistics of trade energy consumption by factory method

我国分行业能源消费统计至今沿用“工厂法”，即按照各行业企业的能源消费量来统计，而不是按产业活动原则分类。因此，交通运输用油只统计交通部门运营车辆用油，农业、工业、建筑业、服务业和私人汽车用油计入相应行业和居民生活汽油和柴油消费量中。2013 年，其他部门和私人汽车汽油消费量约占总消费量的 52%。能源平衡表中分行业终端能源消费量另一项与实际消费量相差很大的是建材工业用能，因为只统计本行业企业用能，而其他行业也大量生产建材。2013 年，其他行业建材生产的能源消费量约占总消费量的 27%。

## 9、电气化程度 electrification level

电气化可定义为能源需求向电力转化的过程，也就是用来替代其他形式能源的电力的需求不断增长的过程。电气化程度，即社会经济发展对电力的依赖程度，通常用两个指标来衡量：一是发电能源占一次能源总消费量的百分比，它反映电力在能源系统中的地位；二是电力占终端能源总消费量的百分比，用来度量各类用户的电力消费水平，说明电力对社会经济发展的作用。此外，单位 GDP 用电量、人均用电量、人均生活用电量等，也是衡量电气化程度的重要指标。

我国电力占终端能源消费量的比重，2000 年为 10.9%，2013 年提高到 21.3%，经济合作与发展组织国家平均为 22.1%。我国人均用电量和人均生活用电量 2015 年分别为 4142kWh 和 530kWh。

## 10、能源消费弹性系数 elasticity of energy consumption

一个国家或地区某一年度一次能源消费量增长率与 GDP 增长率之比。它反映能源与经济增长的相互关系。由于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、气候条件以至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。第一次石油危机以来，能源来源和品种趋于多样化，节能取得很大进展，各种能源之间的相互替代复杂多变，能源市场更加灵活，国际化更为突出，电气化进程加速。这些因素使得能源与经济的相互关系发生畸变，总的趋势是从紧密相关变得没有规律，甚至脱节。因此能源消费弹性系数不宜用作预测能源需求的依据。

## 11、能源价格弹性 energy price elasticity

是能源价格上升 1%，能源需求减少的百分数。按能源类别和不同用途（工业、运输和民用）得出短期和长期的价格弹性，用来进行能源需求和节能预测，并分析能源价格变化对经济的影响。我国 1953～2005 年能源价格弹性为 0.37。

## 12、能源需求收入弹性 income elasticity of energy demand

是人均收入每增长 1%所引起的能源需求增长的百分数。是能源需求预测的一项重要参数，1981～2002 年长期收入弹性中国为 0.44，日本 0.78，印度 0.84。

## 13、重化工业 heavy-chemical industry

按照中国的工业分类，工业分为重工业和轻工业。重工业是指为国民经济各部门提供主要生产资料的工业，分为采掘业（伐）工业、原材料工业和加工工业三类。

早先曾按产品单位体积重量来划分轻、重工业，同时把化学工业单列，工业分为重工业、化学工业和轻工业。把重工业和化学工业放在一起，称为重化工业。从 2013 年开始，国民经济行业分类，不再采用“轻工业”和“重工业”分类。行业分为：采矿业、制造业、电力、热力、燃气及水生产和供应业。

## 14、高技术产业 high technology industry

按国家统计局《高技术产业统计分类目录》的规定，高技术产业包括：航空航天制造业，电子和通信设备制造业，电子计算机及办公设备制造业，医药和医疗设备制造业，仪器仪表制造业。

## 15、高端装备制造业 top-grade equipment manufacturing

是我国战略性新兴产业之一。包括：航天装备；空间基础设施建设；卫星及其应用产业；城市轨道交通；海洋工程装备；以数字化、柔性化、系统集成技术为核心的智能制造装备。

## 16、规模以上工业企业 industrial enterprises above designated size

是指年主营业务收入在 2000 万元（2011 年以前为 500 万元）以上的法人工业企业。

## 17、中小微型工业企业 medium、small and mini-sized industrial enterprises

中小型工业企业是指职工数在 2000 人以下，或销售额 3 亿元以下，或资产总额 4 亿元以下的工业企业。其中，中型工业企业是指同时满足职工数 300 人以上、销售额 3000 万元以上、资产总额 4000 万元以上的工业企业；其余为小型工业企业。2011 年 7 月 4 日起，新增“微型”类，微型工业企业是指从业人员 20 人以下，或营业收入 300 万元以下的企业。

## 18、产业集中度 industry centralization level

是反映行业企业规模结构的指标。以某一行业企业的平均年产量，大、中、小型企业产量占比，或前 5 名、前 10 名企业产量占比来表示。我国高耗能行业小企业单位产品能耗比大型企业高 30% 以上。产业集中度对工业部门的能源效率有很大影响。

## 19、剩余可采储量 remaining recoverable reserves

截止某一日期保有的煤炭、石油、天然气可采储量。根据我国 1999 年发布的与《联合国国际资源/储量分类框架（固体燃料和其他矿产）》接轨的《固体矿产资源/储量分类》国家标准，探明可采储量是在现有的经济和生产条件下，可从探明储量中开采到地面的数量，也就是探明储量乘采收率（回采率）。因此，可采储量会随着开采技术的进步而增加。探明储量是指经过详细勘探，在目前和预期的当地经济条件下，可用现有技术开采的数量。我国 2015 年石油剩余可采储量 35 亿 t。

## 20、原煤和商品煤 raw coal and salable coal

原煤是指从毛煤中拣出规定粒度的矸石（包括黄铁矿硫等杂质）后的煤。毛煤是煤矿开采出来后未经任何加工处理的煤。商品煤是指原煤经过洗选筛分减少其中所含的灰分、硫分等杂质后出售的煤。我国煤产量按原煤计量，其他国家通常按商品煤计量。商品煤占原煤的比重，美国约 86%，澳大利亚 81%，波兰 76%。2015 年，我国煤产量按原煤计为 3747Mt，按商品煤计为 3303Mt。

## 21、单位产品综合能耗 full energy consumption for unit products

是指生产单位产品所消耗的能源量，包括一次能源、二次能源以及耗能工质消耗的能源。二次能源和耗能工质一般按等价热值（发电煤耗）计算。综合能耗通常以千克标准煤为计量单位。

综合能耗可以反映企业的用能状况。但各种产品或同一产品的不同工艺的能耗结构有很大差异，如有的几乎完全用煤，有的绝大部分用电，而相同热值的煤和电的价值相差很大，因此不能真实反映节能降耗的经济效益。应把单位电耗和单位燃料消耗分开统计。

我国从 2006 年开始，产品综合能耗中的电耗折标准煤的方法由发电煤耗法改为电热当量法。而国外所有国家都采用发电煤耗法。2015 年，我国大中型钢铁企业按电热当量法计算的综合能耗为 572 kgce/t，按发电煤耗法计算的钢可比能耗为 663 kgce/t，比国际先进水平高 10%。

## 22、发电煤耗 gross coal consumption rate

又称发电热耗。火力发电厂每发 1kWh 电能平均耗用的燃料按热值计算的标准煤量。主要取决于发电能源结构和机组容量。燃油、气电厂厂用电率较低。2010 年，我国发电热耗为 312gce/kWh，供电热耗 333gce/kWh，煤、油、气占火力发电比重分别为 94.3%、0.5%和 2.3%。世界先进水平意大利供电热耗为 275gce/kWh，煤、油、气占火力发电比重分别为 17.5%、9.9%和 70.9%。

## 23、输电线路损失率 loss factor of electricity transmission

是指一定时间内，电能沿输电线路传输和通过变压器时，所产生的容量和电量损耗。即从发电厂变压器一次侧起，经送电和配电线路、降压变电站到用户，所发生的全部电能消耗和损失。在我国的统计中，由于农村电网大部分电能是趸售的，这部分电能的低压配电损失未计在内。目前，农村电网低压配电损失约 12%。因此，全国实际输电线路损失率远高于公布的统计数据（2015 年为 6.64%）。

## 24、钢可比能耗 comparable energy consumption for steel

我国钢铁企业吨钢综合能耗的统计范围与国外有很大差异。国外钢铁企业一般只包括烧结、炼铁、炼钢、轧材、铁合金等主要生产工序，而我国钢铁企业除上述工序外，还包括耐火材料、炭素、焦化、机修等辅助工序。因此，为便于国内外比较，按照国外的统计范围来计算吨钢综合能耗，叫做可比能耗。2015 年，我国钢可比能耗为 644kgce/t，比国际先进水平 602kgce/t 高 7%。

## 25、炼油单位能量因素能耗 energy factor consumption for petroleum refining



“能量因素”是反映炼油厂加工深度的指标。加工深度高单位能耗必然增大，所以“单位能耗”不宜直接对比。引入“单位能量因素能耗”作为对比的指标是国际通行的方法。“能量因素”是根据“单位能耗”和炼油装置的组成计算得出的。我国 2014 年 9 月 1 日开始实施的《炼油单位产品能源消耗限额》（GB-30251-2013）规定，现有炼企业单位能量因素能耗 $\leq 11.5\text{kgoe/t}$ ；新建企业单位综合能耗 $\leq 63\text{kgoe/t}$ ，单位能量因素能耗 $\leq 8\text{kgoe/t}$ 。2015 年，中石化综合能耗  $57.2\text{kgoe/t}$ ，单位能量因素能耗为  $8.8\text{kgoe/t}$ 。

## 26、产品物理能源效率 physical energy efficiency of product

是指产品生产过程中有用能消耗量与过程开始时输入的能源量之比。产品物理能源效率=单位产品理论能耗或电耗/产品实际能耗或电耗。例如，2010 年中国钢可比能耗为  $681\text{kgce/t}$ ，理论能耗  $440\text{kgce/t}$ ，能源效率为 65%。电解铝交流电耗为  $13979\text{kWh/t}$ ，理论电耗  $6330\text{kWh}$ ，能源效率为 45%。

## 27、高标号水泥 high-grade cement

标号为 42.5 及上（42.5R，52.5R，62.5，62.5R）的水泥。标号 42.5 代表按水泥：标准砂 1：3 制成的  $7.07\times 7.07\times 7.07\text{cm}$  立方体试块完全硬化时的抗压强度为 42.5 兆帕。用高标号水泥替代 32.5 低标号水泥，可节省水泥 15%。2015 年，我国高标号水泥产量占比为 50%。

## 28、平板玻璃重量箱 sheet glass weight-box

平板玻璃计量单位。1 重量箱平板玻璃重 50kg，厚 2mm 的平板玻璃 1 重量箱  $10\text{m}^2$ 。

## 29、标准砖 standard brick

砖的计量单位。标准砖尺寸为  $240\times 115\times 53\text{mm}$ ，包括 10mm 厚的砖缝，长宽厚之比为 4：2：1。2 片瓦折合 1 块标准砖。

## 30、换算吨公里 conversion t-km

换算吨公里=货运吨公里+客运人公里 $\times$ 折算系数。铁路客运折算系数为 1t/人，公路客运为 0.1t/人，水路客运为 1t/人，民航客运国内航线为 72kg/人，国际航线为 75kg/人。

## 31、产品原料结构 product raw material mix

是指生产某种工业产品所用各种原料占产品产量的比重。它对产品能耗有很大影响。例如，煤制合成氨的单位产品能耗比天然气高 30%。2013 年，我国煤占合成氨原料的 76%，天然气占 21%，产品综合能耗为  $1532\text{kgce/t}$ ；美国合成氨原料天然气占 98%，产品综合能耗为  $990\text{kgce/t}$ 。

## 32、采暖度日数 heating degree-days

是指室外日平均气温与采暖基准温度之差值。是计算和评价建筑物采暖或供冷所需能源的户外平均温度的指标。国际上通常采用  $18^\circ\text{C}$  作为采暖基准温度。平均温度低于基准温度的日子，均计算采暖度日数。例如，某地某日日平均气温为  $-3^\circ\text{C}$ ，当日的采暖度日数即为  $18 - (-3) = 21$ 。将同年（或同月）各日的采暖度日数累计，即得该年（或该月）的采暖度日数。

与相同纬度的欧美国家城市相比，我国城市的采暖度日数较高。以  $18^\circ\text{C}$  为基准温度的采暖度日数，哈尔滨（北纬  $45.7^\circ$ ）为 5578，长春（北纬  $43.6^\circ$ ）为 5172，沈阳（北纬  $41.8^\circ$ ）为 4291，北京（北纬  $39.8^\circ$ ）3076；而纬度较高的德国柏林（北纬  $52.5^\circ$ ）仅为 3420，加拿大温哥华（北纬  $49.2^\circ$ ）只有 2924。由此可以看出，我国冬天气候较为寒冷，建筑节能与提高建筑舒适性的问题更为突出。

## 33、能效比 energy efficient ratio, EER

在额定工况和国家规定条件下，空调器制冷运行时，制冷量与有效输入功率之比，用 W/W 表示。

## 34、外部成本 external cost

能源外部成本是指能源生产利用的环境和社会成本，以及为确保能源供应所付出的代价。煤炭的环境成本是开采、加工、贮运和燃烧过程中对环境和公众健康造成的损害，包括空气污染，水污染，土壤污染，土地破坏，水资源破坏，生态破坏，建筑损害，人体健康损害等。

## 35、差别电价 differential electricity price

对高耗能企业（电解铝，铁合金，电石，烧碱，水泥，钢铁，黄磷，锌冶炼）用电采取不同的价格。允许类和鼓励类企业执行正常电价，限制类企业加价 0.2 元/kWh，淘汰类企业加价 0.3 元/kWh。2014 年 7 月 1 日起，淘汰类企业加价 0.4 元/kWh。

## 36、居民用电阶梯电价 stepped electricity price for residents

按照用户消费的电量分段定价，电价随用电量增加呈阶梯状逐级递增的一种定价机制。这种定价机制遵循“多耗能多付费”的原则，是运用价格杠杆促进节能减排的定价模式。2012 年 7 月 1 日起，在全国范围内试行。电价不上调的第一档电量覆盖率都在 80%以上，上海、北京、四川、陕西第一档每户每月用电量分别为 260、240、180 和  $150\text{kWh}$ 。

### 37、标杆电价 range pole electricity price

是指为推进电价市场化改革，国家在经营期电价的基础上，对新建发电项目实行按区域或省平均成本统一定价的电价政策。

### 38、可再生能源电价 renewable energy electricity price

超过常规火电上网标杆电价的部分，附加在销售电价中分摊。2011年12月1日起，可再生能源附加由4厘/kWh上调到8厘/kWh。2013年9月5日起，上调到1.5分/kWh。2016年1月1日起，上调到1.9分/kWh。

### 39、两部制热价 two-part price sytem for space heating

城市供热价格由容量热价和计量热价两部分组成。根据热用户热容量建设、维修和管理而投入的资金计算的热价称为容量热价；按用户的用热量和供热系统运营耗费的资金计算的热价，称为计量热价。计算容量热价的依据是：供热系统是根据热用户的最大热负荷建设的，无论用户用热多少或者是否用热，都要运行管理。因此容量热价是固定费用，应由所有用户分担。

### 40、能源消费补贴 subsidy of energy consumption

国际能源署测算能源消费补贴采用价格差额法，即比较终端用户价格与基准价格之间的差额。基准价格是符合全部供应成本的价格，或适当的国际市场价格，并按运输和分配费用加以调整。

能源消费补贴通常包括：（1）贸易手段。配额；技术限制；关税。（2）规制。价格管制；需求保证（如优先使用国产煤发电），或指令性配置率；调配；优惠计划许可。（3）税收。矿区使用费、关税、生产者征税（企业所得税等）和消费税减免；税收优惠；设备加速折旧。（4）信贷。生产者低息贷款或优惠贷款。（5）直接财政调拨。生产者和消费者补助。（6）风险转移。财务负债限制。（7）政府以低于完全成本的费用提供能源服务。直接投资能源基础设施、公共研究开发。

据国际能源机构研究，我国能源消费补贴2005年为250亿美元，各种能源平均补贴率为11%。若取消补贴，可节能14%。2010年能源消费补贴为210亿美元。

## 国际组织

### 经济合作与发展组织 Organization for Economic Co-operation and Development, OECD

1948年4月16日,为实施“马歇尔计划”,18个欧洲国家成立了欧洲经济合作组织。1961年9月30日,该组织与美国、加拿大成立经济合作发展组织,简称经合组织。总部设在巴黎。目前,OECD有34个成员国:澳大利亚,奥地利,比利时,加拿大,捷克,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,西班牙,瑞典,瑞士,土耳其,英国,美国,2010年智利、爱沙尼亚、以色列、斯洛文尼亚加入。2014年,OECD人口达12.55亿,GDP为43.46万亿美元。

经合组织的宗旨是:(1)实现成员国最高程度的可持续经济增长和就业,并提高生活水准,同时保持财政金融稳定,从而促进世界经济发展;(2)促进成员国经济健康成长,以及非成员国经济发展进程;(3)按照无歧视的国际契约,促进多边世界贸易的扩大。

### 国际能源署 International Energy Agency, IEA

1973年第一次石油危机以后,在美国倡议下于1974年11月15日成立,总部设在巴黎。它是在经济合作与发展组织(OECD)的框架内为实施国际能源计划而建立的国际自治团体,担负成员国之间的综合性能源合作事务。其基本宗旨是:(1)保持并改进应付石油供应中断或出现混乱的体制;(2)通过与非成员国、产业界和国际组织的合作,促进全球范围的能源政策合理化;(3)保持永久性的国际石油市场信息系统;(4)发展替代能源,提高能源利用效率,以改善世界能源供需结构;(5)推进国际间环境和能源政策的研究制订。

现有29个成员国:澳大利亚,奥地利,比利时,加拿大,捷克,丹麦,爱沙尼亚,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,波兰,葡萄牙,斯洛伐克,西班牙,瑞典,瑞士,土耳其,英国,美国。欧洲委员会参与IEA的工作。

### 欧洲联盟 European Union, EU

简称欧盟。1993年11月在欧洲共同体基础上成立。当时有12个成员国:法国,德国,意大利,荷兰,比利时,卢森堡,英国,丹麦,爱尔兰,希腊,西班牙,葡萄牙。1995年1月1日,瑞典、芬兰、奥地利加入。2004年5月1日,波兰、捷克、匈牙利、斯洛伐克、斯洛文尼亚、立陶宛、拉脱维亚、爱沙尼亚、马耳他、塞浦路斯10国加入。2007年1月1日,保加利亚、罗马尼亚加入。2013年7月1日,克罗地亚加入。现有28个成员国,面积460万km<sup>2</sup>,2015年人口5.09亿,GDP18.54万亿美元。

1993年1月1日起,欧盟内部实现商品、服务、人员和资本自由流动。2002年1月1日起,欧元在12个成员国正式使用。欧盟总部设在布鲁塞尔。

### 世界能源委员会 World Energy Council, WEC

综合性国际能源组织。原为1924年创立的世界动力会议,1968年改名为世界能源会议,1990年更名为世界能源委员会。现有98个成员,是一个非官方、非盈利组织。其宗旨是研究、分析和讨论能源以及与能源有关的重大问题,为各国公众和能源决策者提供意见、咨询和建议。目前主要探讨以下问题:能源与环境,各种能源之间的相互关系,能源与公众,能源经济,能源效率与节能,能源与用户。WEC的目标是在社会和环境可接受的条件下,促进能源发展,以及最有效地和平利用所有能源。

WEC总部设在伦敦。1985年中国成为WEC执行理事会成员。

### 石油输出国组织 Organization of the Petroleum Exporting Countries, OPEC

1960年9月,伊拉克、伊朗、科威特、沙特阿拉伯和委内瑞拉的代表在巴格达开会,共同对付西方石油公司。14日宣告成立石油输出国组织,简称欧佩克(OPEC)。总部设在维也纳。现有13个成员国,除上述5国外,还有阿尔及利亚、安哥拉、厄瓜多尔、利比亚、尼日利亚、卡塔尔、阿拉伯联合酋长国、印尼。加蓬和印尼,分别于1994年和2008年退出,印尼于2015年12月重返。

OPEC的宗旨是:协调和统一成员国的石油政策,并确定以最适宜的手段来维护各自的和共同的利益。2015年末,OPEC石油可采储量达1699亿t,占世界的71.4%;2015年石油产量1806.6Mt,占世界的41.4%。

# 能源计量单位及换算

## 1、常用能源计量单位

tce	吨标准煤（吨煤当量）。标准煤是按煤的热当量值计算各种能源的计量单位。 $1\text{kgce}=7000\text{kcal}=29307\text{kJ}$
Mtce	百万吨标准煤
kgce	公斤标准煤
gce	克标准煤
toe	吨油当量。油当量是按石油的热当量值计算各种能源的计量单位。 $1\text{kgoe}=10000\text{kcal}=41816\text{kJ}$
Btu	英热单位。 $1\text{Btu}=252\text{cal}=1055\text{J}$
kcal	千卡
Mt	百万吨
st	短吨。 $1\text{st}=2000\text{lb}=907.185\text{kg}$
MW	万千瓦（兆瓦）
GW	百万千瓦（吉瓦）
TW	10 亿千瓦（太瓦）
kWh	千瓦小时
GWh	百万千瓦小时
TWh	10 亿千瓦小时

## 2、能源计量单位换算

## (1) 中国

能源名称	平均低位发热量	折标准煤系数
原煤	20908kJ (5000kcal) /kg	0.7143 kgce/kg
洗精煤	26344kJ (6300kcal) /kg	0.9000 kgce/kg
其它洗煤		
洗中煤	8363kJ (2000kcal) /kg	0.2857 kgce/kg
煤泥	8363kJ (2000~3000kcal) /kg	0.2857~0.4286 kgce/kg
焦炭	28435kJ/ (6800kcal) /kg	0.9714 kgce/kg
原油	41816kJ/ (10000kcal) /kg	1.4286 kgce/kg
燃料油	41816kJ/ (10000kcal) /kg	1.4286 kgce/kg
汽油	43070kJ/ (10300kcal) /kg	1.4714 kgce/kg
煤油	43070kJ/ (10300kcal) /kg	1.4714 kgce/kg
柴油	42652kJ/ (10200kcal) /kg	1.4571 kgce/kg
液化石油气	50179kJ/ (12000kcal) /kg	1.7143 kgce/kg
炼厂干气	45998kJ/ (11000kcal) /kg	1.5714 kgce/kg
天然气	38931kJ/ (9310kcal) /m <sup>3</sup>	1.3300 kgce/m <sup>3</sup>
焦炉煤气	16726~17981kJ/ (4000~4300kcal) /m <sup>3</sup>	0.5714 ~ 0.6143 kgce/m <sup>3</sup>
其它煤气		
发生炉煤气	5227kJ/ (1250kcal) /m <sup>3</sup>	0.1786 kgce/m <sup>3</sup>
重油催化裂解煤气	19235kJ/ (4600kcal) /m <sup>3</sup>	0.6571 kgce/m <sup>3</sup>
重油热裂解煤气	35544kJ/ (8500kcal) /m <sup>3</sup>	1.2143 kgce/m <sup>3</sup>
焦炭制气	16308kJ/ (3900kcal) /m <sup>3</sup>	0.5571 kgce/m <sup>3</sup>
压力气化煤气	15054kJ/ (3600kcal) /m <sup>3</sup>	0.5143 kgce/m <sup>3</sup>
水煤气	10454kJ/ (2500kcal) /m <sup>3</sup>	0.3571 kgce/m <sup>3</sup>
煤焦油	33453kJ/ (8000kcal) /kg	1.1429 kgce/m <sup>3</sup>
粗苯	41816kJ/ (10000kcal) /kg	1.4286 kgce/m <sup>3</sup>
热力 (当量)		0.03412 kgce/MJ (0.14286 kgce/1000kcal)
电力 (当量)	3596kJ/ (860kcal) /kW·h	0.1229 kgce/kW·h
(等价)	按当年火电发电标准煤耗计算	
生物质能		
人粪	18817kJ/ (4500kcal) /kg	0.643 kgce/kg
牛粪	13799kJ/ (3300kcal) /kg	0.471 kgce/kg
猪粪	12545kJ/ (3000kcal) /kg	0.429 kgce/kg
羊、驴、马、骡粪	15472kJ/ (3700kcal) /kg	0.529 kgce/kg
鸡粪	18817kJ/ (4500kcal) /kg	0.643 kgce/kg
大豆秆、棉花秆	15890kJ/ (3800kcal) /kg	0.543 kgce/kg
稻秆	12545kJ/ (3000kcal) /kg	0.429 kgce/kg
麦秆	14635kJ/ (3500kcal) /kg	0.500 kgce/kg
玉米秆	15472kJ/ (3700kcal) /kg	0.529 kgce/kg
杂草	13799kJ/ (3300kcal) /kg	0.471 kgce/kg
树叶	14635kJ/ (3500kcal) /kg	0.500 kgce/kg
薪柴	16726kJ/ (4000kcal) /kg	0.571 kgce/kg
沼气	20908kJ/ (5000kcal) /kg	0.714 kgce/m <sup>3</sup>

(2) 英国石油公司

原油换算

	吨	千升	桶	美制加仑	吨/年
吨=	1	1.165	7.33	307.86	—
千升=	0.858	1	6.2898	264.17	—
桶=	0.136	0.159	1	42	—
美制加仑	0.00325	0.0038	0.0238	1	—
桶/日=	—	—	—	—	49.8*

\*按世界平均比重计算

石油制品换算

	桶换算成吨	吨换算成桶	千升换算成吨	吨换算成千升
LPG	0.086	11.6	0.542	1.844
汽油	0.118	8.5	0.740	1.351
煤油	0.128	7.8	0.806	1.240
粗柴油/柴油	0.133	7.5	0.839	1.192
燃料油	0.149	6.7	0.939	1.065

天然气 (NG) 和液化天然气 (LNG) 换算

	10 亿立方米 NG	10 亿立方呎 NG	百万吨 油当量	百万吨 LNG	万亿英热 单位	百万桶 油当量
10 亿立方米 NG=	1	35.3	0.90	0.74	35.7	6.60
10 亿立方呎 NG=	0.028	1	0.026	0.021	1.01	0.19
百万吨油当量=	1.111	39.2	1	0.82	39.7	7.33
百万吨 LNG=	1.38	48.7	1.22	1	48.6	8.97
万亿英热单位=	0.028	0.99	0.025	0.021	1	0.18
百万桶油当量=	0.15	5.35	0.14	0.121	5.41	1

热值当量

1 吨油当量约等于:

热单位

1000 万千卡

42 吉焦

4000 万英热单位

固体燃料

1.5 吨硬煤

3 吨褐煤

气体燃料

见天然气换算表

电

12 兆瓦时

100 万吨油约生产 4500 吉瓦小时电

来源: BP Statistical Review of World Energy, June 2015。