

天然气在世界节能减排中的作用论述

□ 中国市政工程华北设计研究总院 (300074) 赵志楠

摘 要: 本文主要通过对不同化石燃料排放量不同计算方法的对比分析、各国能源构成情况及能源结构合理利用的重要性等方面, 结合我国能源构成的实际情况论述了天然气在世界节能减排中的重要地位。

1 前言

能源是生活质量的基础, 是近代经济发展的重要组成部分, 缺乏丰富的能源供应, 难以想象如何能满足地球上当今的68亿人口或2050年预期可能达到的90亿人口需要。另一方面, 气候变化是人类面临的主要挑战, 经济发展需要能源供应继续增长, 当今CO₂排放量的70%与能源有关, 国际能源署的基本数据(IEA2008年)表明, 2050年CO₂的排放量将从1990年的 20.6×10^9 t碳增加到 62×10^9 t碳, 60年中将增加3倍多。

化石燃料燃烧后均会产生CO₂, 但不同化石燃料因含C量的不同燃烧产生的CO₂也不同, 使用的效率也有差异, 因此其节能、减排的燃烧总效率也不同, 因而就产生了不同能源结构有不同节能减排效果的问题。

又由于任何能源均包括采集、处理、储存、运输、分配和终端应用等环节, 不能仅根据一个终端应用(如燃烧)环节就对一种能源做出节能减排效果的评价, 这就是寿命期评价(LCA)的意义。对气体燃料而言, 如天然气的主要成份甲烷(CH₄), 本身就是一种温室气体, 对各个环节应做出漏泄的评价, 因此, 从客观上不同能源的节能、减排效果分析本身就是一个相当复杂的问题, 这与工程设计上必须已知燃料的元素或组成分析结果后, 进行燃料计算得出燃烧

产物的方法不同。

对一个国家而言, 其能源结构除与本国秉赋的能源资源有关外, 还与其经过研究制定的本国能源政策有关。甚至会影响到能源的国际贸易和国家的安全政策。研究各国的能源结构有利于了解各国根据本国情况做出的政策思路, 包括近期的和长远的计划。

由于本研究命题涉及范围很大, 非个人能力所及, 只能从已有的资料做一些初步探讨开始。

2 不同化石燃料排放量的计算

国际上对不同化石燃料排放量计算的原始数据不完全相同, 以下是国际燃气联盟(IGU)在不同年份发表的数据。

(1) IGU(1991.5西班牙巴塞罗那会议)工作委员会报告“燃气与环境”一文中的计算方法(以下用方法1表示), 见表1。

(2) 2002年6月在法国尼斯召开的21届燃气大会上工作委员会8(WOC8)发表的“环境、安全与健康”一文中天然气生产中漏气率与油、煤相比的排放盈亏平衡图(以下用方法2表示), 见图1。

该方法用生产、运输中各种燃料的漏气率表示其排放量的平衡图。

● 1995年全球天然气工业CH₄排放量为20 000kt, 产量(按低热值计为 $79\ 000 \times 10^{15}$ J, 平均CH₄排放量

表1 油、煤和天然气的燃烧排放量 (以油当量为基础) (kg)

排放物	燃烧1t油	燃烧1t油当量的煤碳	燃烧1t油当量的天然气 (即1 120m ³ 天然气)
CO ₂	3 100	4 800	2 300
SO ₂	20 (含S 1%, 未脱)	6 (含S1%, 80%已脱除)	
NO ₂	6 (工业用)	11 (工业用)	4 (工业用)
CO	6-30	4.5-20	0.5-3
未燃烃	0.5	0.3	0-0.45
灰		220	
飞灰		1.4	

为0.26kt/10¹⁵J (即0.92g/kWh或19.32g CO₂eq/kWh) 0.92g CH₄/kWh相当漏气率为1.3%。(当年世界天然气的产量约为22 000亿m³)

● 1990年油生产中CH₄排放量17 × 10⁶t, 产量为3.18 × 10⁹t, 相当38 × 10¹²kWh, CH₄的单位排放量为0.45gCH₄/kWh (9.45g CO₂eq/kWh)。(17 × 10¹²g CH₄/38 × 10¹²kWh=0.45gCH₄/kWh)

● 硬煤CH₄排放量22 × 10⁶t, 全球产量3.57 × 10⁹t 相当29.5 × 10¹²kWh, CH₄的单位排放量为0.75g CH₄/kWh (22 × 10¹²g CH₄/29.5 × 10¹²kWh=0.75g CH₄/kWh)

若天然气的漏损率达到4%~6%其排放量相当于油, 若达到8%~13%则排放量相当于不同煤种。

(3) 1997年在丹麦哥本哈根召开的第20届国际燃气会议的简报上发表的不同的燃料燃烧后形成的温室气体量, 其特点为单位采用每10⁹J热值的燃料燃烧后可产生的温室气体排放量 (kgCO₂)。

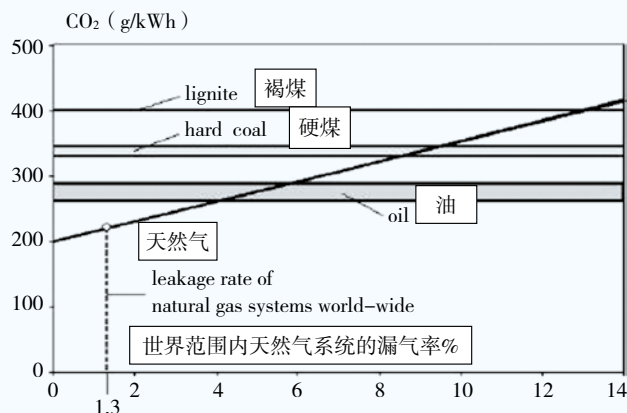


图1 天然气生产与输送系统中的漏气率

由于不同煤种和不同油种的燃烧可产生的温室气体量也不同, 图中煤炭以褐煤和硬煤为代表, 油量以重油和汽油代表。供不同燃料CO₂的排放量更细化。(以下用方法3表示), 见图2:

计算说明:

1t标煤的热量为29.3076GJ

1t标煤的褐煤CO₂的排放量为29.3076 × 101= 2 960kg

1t标煤的硬煤CO₂的排放量为29.3076 × 94.6= 2 772.4kg

1t标煤的重油CO₂的排放量为29.3076 × 77.4= 2 268.3kg

1t标煤的汽油CO₂的排放量为29.3076 × 74= 2 168.7kg

1t标煤的天然气CO₂的排放量为29.3076 × 56= 1 641.1752kg

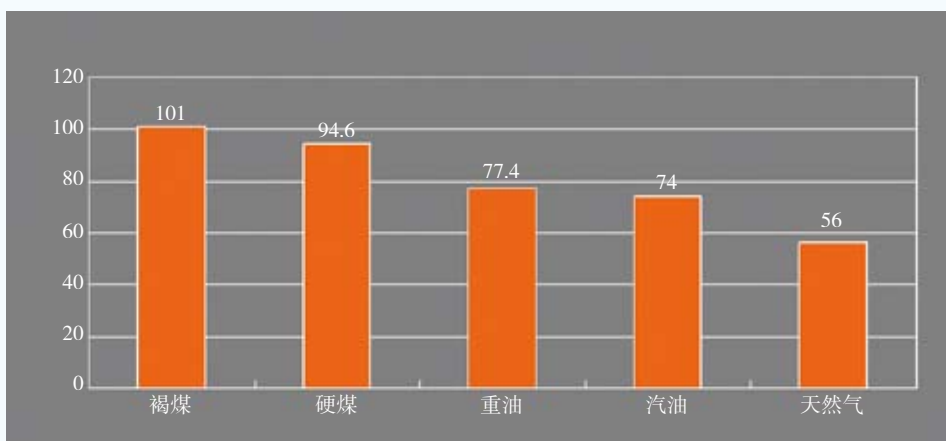


图2 燃料燃烧后形成的温室气体 (kgCO₂/GJ)

假设煤以平均值2 866.2kg CO₂作代表

假设油以平均值2 218.5kg CO₂作代表

可得结果：若煤为100，则油为2 218.5/2 866.2 × 100=77.4，气为1 641.18/2 866.2 × 100=57.3

(4) 2003年在日本东京22届燃气大会上特别报告《全球能源前景》一文中发表的计算方法。(以下用方法4表示)

本方法认为排放量计算中不仅应考虑到燃料的性质，还应考虑燃烧的效率。方法中列出了所采用的煤、油、气效率值，但未能对效率值得数量来源或依据做进一步的证明。效率应该是指本国使用该燃料的平均效率，与使用的设备有关，如深入的讨论还会有很大的分歧。

日本的分析认为：若煤为100，则油为75，气为34。(考虑效率后的排放量)

依据：CO₂排放量：煤100；油80；气57。(未考虑效率时的排放量)

采用的效率值%：煤33；油35；气55。

(5) 中国科学院能源领域战略研究组在《中国2050年能源科技发展路线图》中引用日本的数据(The Energy Data and Modeling Center, the Institute of Energy Economics, Japan, 2008 Handbook of Energy Economics Statistics in Japan, 2008)，当前已常作为我国在计算不同燃料排放量时的计算依据。(以下用方法5表示)

宏观计算中统一采用以下排放系数：煤炭2.66tco₂eq/tce；石油2.02tco₂eq/tce；天然气1.47tco₂eq/tce。

现将以上5种不同的计算CO₂排放量方法汇总于表2中进行比较。

表2 5种计算CO₂排放量方法的比较

	煤	油	气
方法1	100	64.6	47.9
方法3	100	77.4	57.3
方法4(a)	100	80	57
方法4(b)	100	75	34
方法5	100	75.9	55.3

由表2可知：

①除表1所示和表2中日本考虑效率后的排放量方

法外，其他方法的数据均类似，相差不大。说明此法的模型未考虑到不同燃料的使用效率，仍以终端燃料结果为依据，且并未从整个燃料链的排放量出发。

②表2中，日本介绍了各种燃料考虑燃料效率后的排放量。美国资料也认为天然气比其他燃料可少排放45%的CO₂，如采用高效燃烧技术甚至可能减少70%的CO₂。但效率应采取不同使用设备的平均综合效率，这又是一个重要的研究课题。

③上述参考文献2的方法考虑了整个燃料系统排放情况的比较。指出天然气系统漏气率与温室气体排放的关系。近年来，从燃气链不同环节研究温室气体排放量的研究结果(寿命期评估)已逐渐增多，值得研究。

④排放量的计算结果应与大气监测的数据相一致才有意义，真正达到可测量、可报告、可核实的水平，则尚需做很多工作。

3 各国能源结构的分析

当今我国研究节能、减排的许多文献中均常出现以我国单位GDP的能耗与国外特别是发达国家的情况相比较，得出的结论是“差距很大，因而可挖的潜力也很大”，克服差距的手段是“科技进步”，采用的方法是关停产能落后的企业。实际上节能减排不仅与科技进步有关，也与一个国家的能源构成有关。不同能源构成国家的节能减排在宏观上存在许多不可比性，应有实事求是的分析。为此，本文根据国际燃气联盟多年公布的研究资料，做一些分析探讨，从本世纪以来世界的能源构成开始。

(1) 世界一次能源的消费构成、世界工业用能构成和世界发电用能构成可见表3、表4、表5

2000年可再生能源的13.8%中：燃烧型可再生物和废弃物(CRW)占11%，水电占2.3%，其它占0.5%。在其它的0.5%中，潮汐能占0.004%，风能占

表3 世界一次能源的消费构成

	煤 (%)	油 (%)	气 (%)	核 (%)	可再生能源 (%)	合计
2000年	23.5	34.8	21.1	6.80	13.8	100
2004年	25.15	34.3	20.9	6.55	13.1	100

(源自：国际能源会议WEC)

表4 世界工业用能^[1]

	煤 (%)	油 (%)	气 (%)	电力 (%)	热力 (%)	生物质及废弃物 (%)	合计
2006年	25.2	15.1	19.9	25.7	5.4	8.7	100
2030年	24.7	11.3	19.5	31.9	4.1	8.5	100

表5 世界发电耗能^[1]

	煤 (%)	气 (%)	油 (%)	核 (%)	可再生能源 (%)	合计	总发电量kwh
2004年	41.8	19.5	6.1	16.3	16.3	100	16 × 10 ¹²
2030年	45	24	4	12	15	100	30 × 10 ¹

0.02%，太阳能占0.039%，地热能占0.42%，其他占0.017%。WEC预测2020年加工转化的生物能在全世界再生资源的比重将接近60%。

本世纪世界能源的构成经历了上世纪70年代的能源危机（实质是石油危机）和随后日本《京都议定书》气候变暖问题的议题，加上在我国召开的“十五”届世界石油大会上提出了在本世纪中叶，天然气将成为主要能源的预测，形成了表3所示的世界能源构成格局，其特点是3种主要化石燃料仍占主要地位，油、气比重不断提高，核能和可再生能源比例不高，但是发展迅速。耗能最大的工业部门用能的构成可见表4，其中电力消费将逐步上升为首位，也必然会注意到发电耗能的各种能源构成问题（表5）。从表3、表4和表5，可看到世界本世纪能源构成的趋势，其中天然气的地位尤应得到重视。

根据我国2005年—2010年国民经济和社会发展统计公报中主要工业产品产量数据可汇总成表6，表中最后一项以标煤计的总计数则还包括了进口的能源

数量）。

表6中若以火力发电耗煤量以350g/kWh计，则2010年火电总量33 301.3 × 10⁸kWh，相当11.66亿t标煤（折算成5 500kcal/kWh的动力煤为14.84亿t，相当32.4亿t原煤的46%），约占总能源的（11.66/32.5=0.36）36%，所占比例很高。但从发布的资料中难以得出工业部门和其他部门的能耗构成情况（如表4所表达的世界工业用能构成）。由表5可知，世界发电的能耗构成中主要是煤、气、可再生能源和核能，燃油发电所占的比例较小。上述从世界一次能源的消费结构来看，我国是一个突出的“以煤为主”的能源消费国家，这可从研究和分析对比以下其他国家的情况后，得出一些有意义的认识。

（2）世界一些国家工业用能的构成（2006年）

在参考文献24届世界燃气大会工作委员会5（WOC5）资料中，国际燃气联盟对所属会员国和地区工业用能的构成做了研究，经整理汇总后可见表7：

由表7可知：

表6 我国一次能源的消费结构2005年—2010年—我国国民经济统计

	2005	2006	2007	2008	2009	2010
原煤（亿t）	21.9	23.8	25.36	27.93	30.5	32.4
原油（亿t）	1.81	1.84	1.87	1.90	1.89	2.03
天然气（亿m ³ ）	500	585.5	693.1	760.8	851.7	967.6
发电量（亿kwh）	24 747	28 344	32 772	34 668.8	37 146.5	42 065.4
其中：火电（亿kwh）	20 180	23 573	27 218.3	27 900.8	29 827.8	33 301.3
水电（亿kwh）	4 010	4 167	4 828.8	5 851.9	6 156.4	7 210.2
核电（亿kwh）	557	604	730.1	916.1	701.3	738.8
总计（以标煤计）（亿t）	22.7	24.63	26.56	29.10	31.00	32.50

表7 2006世界工业用能的构成^[1]

序号	国家	气	煤	石油	电力	可再生	太阳能地热	其它	序号	国家	气	煤	石油	电力	可再生	太阳能地热	其它
1	美国	37	10	13	28	11	1		35	中国	3	57	7	26			7
2	加拿大	34	5	14	31	15	1		36	印度	6	32	19	18	25		
3	墨西哥	37	6	19	34	4			37	日本	7	29	34	27	3		
4	德国	30	13	7	35	2		13	38	韩国	11	19	19	40	4		7
5	意大利	40	7	18	34	1			39	印尼	14	37	18	11	20		
6	法国	28	11	19	37	5			40	泰国	7	32	15	22	24		
7	英国	36	7	22	32			3	41	中华台北	3	33	23	41			
8	西班牙	41	4	19	31	5			42	巴基斯坦	43	21	9	10	17		
9	比利时	37	7	8	27	18		3	43	马来西亚	35	9	33	22	1		
10	芬兰	6	8	11	32	26		17	44	越南	1	53	25	21			
11	荷兰	45	5	8	29	1		12	45	菲律宾	0	15	20	15	50		
12	瑞典	4	7	14	40	32	3		46	孟加拉	54	12	8	26			
13	捷克	29	29	4	24	6		8	47	俄罗斯	24	8	8	23			37
14	葡萄牙	17	0	26	27	24		6	48	乌克兰	32	27	5	18			18
15	丹麦	24	3	32	32	4		5	49	哈萨克斯坦	6	32	19	16			27
16	斯洛文尼亚	32	5	15	39	6		3	50	乌兹别克	79	1	3	17			
17	克罗地亚	32	7	35	19	4		3	51	白俄罗斯	28	1	10	22	3		36
18	波兰	18	28	10	23	9		12	52	阿塞拜疆	38	0	19	20			23
19	奥地利	31	6	20	28	13		2	53	立陶宛	29	13	8	24	9		17
20	挪威	3	5	17	69	6			54	拉脱维亚	39	5	14	20	20		2
21	希腊	11	9	46	29	5			55	亚美尼亚	85	0	0	12			3
22	瑞士	21	3	21	39	12		4	56	爱沙尼亚	19	11	13	33	14		10
23	罗马尼亚	43	14	14	25	4			57	伊朗	49	2	33	15	1		
24	保加利亚	26	14	23	24	4		9	58	南非	8	36	4	44	8		
25	斯洛伐克	27	28	7	29	7		2	59	埃及	27	3	44	21	5		
26	匈牙利	38	15	6	24	6		11	60	沙特阿拉伯	0	0	84	9	7		
27	冰岛	0	9	14	73	4			61	阿联酋	86	0	9	5			
28	伊拉克	42	0	58	0				62	委内瑞拉	56	2	8	29	11		
29	阿尔及利亚	52	4	25	19				63	阿根廷	50	2	8	29	11		
30	卡塔尔	90	0	0	10				64	哥伦比亚	23	20	15	16	24		2
31	阿曼	15	0	80	5				65	新西兰	18	11	11	37	19		4
32	利比亚	58	0	24	18				66	特立尼达岛和多巴哥	73	0	7	20	0		
33	巴西	10	8	16	22	44			67	玻利维亚	37	0	4	12	0		47
34	澳大利亚	32	13	14	31	10											

①在工业用能构成中煤炭比重超过30%的国家和地区有：中国、印度、印尼等8个国家，其中排在前三位的是中国占57%，越南占53%、印尼占37%。除南非外，其他国家和地区用于工业的油、气比重均高于我国。由于政治原因，南非的用能构成与我国类似，煤炭占主要地位，其煤制气曾为我国所关注，近年天然气发展较快。

②我国单位GDP的能耗高于印度，原因之一是印度工业用油气比重以及可再生能源的利用率均高于我国。

③发达国家用于工业的油气比重均很高，表现在单位GDP的能耗量也大大低于我国。

④世界工业用户燃料构成中，燃气比重超过30%的国家有美国、加拿大、墨西哥等33个国家，其中排在前三位的是卡塔尔占90%、阿联酋占86%、亚美尼亚占85%，与这些国家天然气资源的禀赋有关。而中国只占3%。

⑤工业用能构成中可再生能源比重超过20%的国家有10个，排在前面的3个国家是：菲律宾占50%、巴西占44%，瑞典占32%，应进一步研究。

⑥风能、太阳能、地热能等在工业部门所占的比重较小。

表7说明了从节能、减排的观点来看各国工业部门的能源构成，我国所处的地位十分不利。调整能源构成，发展气体燃料是可选择的重要途径。

(3) 全球最终能源的消费量和CO₂的排放量（见表8）

由表8可知：

2005年全球能源总消费量为 285×10^8 J（相当

表8 2005年全球最终能源消费和CO₂排放量

	总量	工业%	民用%	商业%	交通%	其他%	合计
最终消费	285EJ	33	29	9	26	3	100
CO ₂ 排放量	21GtCO ₂	38	21	12	25	4	100

（源自：国际能源署IEA2007C, 2007D, 2007E）

97.3亿t标煤），由表6可知，我国当年用能为22.7亿t标煤约占全球的23.3%。CO₂的排放量210亿t，如果按表3中2004年的能源消费结构计，相当每t标煤的能源排放2.16t（ $210 \times 10^9 \text{tCO}_2 / 97.3 \times 10^9 \text{t} = 2.16 \text{tCO}_2 \text{eq/tce}$ ）CO₂。说明用能构成对CO₂排放量的影响很大。如我国能源CO₂的平均排放量要达到这一值，则必须调整能源构成，发展气体燃料是较现实的途径。

4 能源的合理利用

为了尽可能防止和避免能源的转换损失，不同能源的利用应根据效率与排放量，制定一个合理利用的原则，达到最佳利用的目的。根据参考文献^[2]中美国2002年-2006年一次能源的消费流程图示，现整理成表9：

由表9可知：

(1) 美国主要用于电力生产的煤炭占83.07%，天然气占14.57%，石油占2.36%（比例最小）。

(2) 民用与商业中：电力占75.35%（相当间接消费煤炭62.59%，天然气占10.98%，石油占1.78%），其中煤炭转换的电力比例较大，天然气占17.47%，石油占6.82%，煤仅占0.36%。

(3) 工业部门中电力占：39.27%（相当间接消

表9 美国2002年-2006年一次能源的消费流程

供应方	消费方				
	民用与商业	工业	交通运输	电力生产	合计
天然气：1 164Mtoe	392	399	33	340	1 164
煤：2 135 Mtoe	8	189	—	1 938	2 135
石油：2 559 Mtoe	153	399	1 952	55	2 559
总计：5 858 Mtoe	553	987	1 985	2 333	5 858
电力分配：2 333 Mtoe	1 690	638	5	—	—
合计终端（用能）	2 243	1 625	1 990	—	5 858

注：Mtoe为百万吨油当量

费煤炭32.63%，天然气5.72%和石油占0.92%）和油气占49.1%，煤占11.63%。其中油、气占主要比例。

（4）交通运输部门主要为石油占98.09%，天然气和电力所占比重很少，为1.91%（天然气占1.65%，电力占0.26%）。

（5）一次能源的利用必须考虑到“最佳利用”的原则。

5 国际能源机构对2030年世界和我国能源需求的预测

表10 国际机构对世界油气需求的预测 (Mtoe)

	油	气	煤
2030年	5 300	3 800	5 000

IEA《世界能源展望2008》，石油远大于核能、非烃水能及可再生能源所占比例的总和。

表11 国际机构对中国2030年，油、气需求预测

机构	EIA (美国能源信息机构)	IEA (国际能源署)				
		基	高增长	低增长	高油价	低油价
结算情况	基	基	高增长	低增长	高油价	低油价
石油	8.08	8.02	8.94	7.15	6.95	9.25
天然气	2 360	1 981	2 151	1 811	2 066	1 896

由表10和表11可知，在本世纪的上半叶，全球能源的消费构成仍以化石燃料为主。从历史看，发达国家依靠化石燃料实现了本国的工业化和城镇化，这一趋势在本世纪上半叶仍继续延伸。

6 几点认识

（1）我国受单位GDP的能耗居高难降和应对气候变化的压力越来越大，多年来虽做了很大的努力，但难见明显的成效。2010年我国消耗了世界能源的19.5%，使GDP达到世界的9.5%，单位GDP能耗高出世界平均值的一倍，是日本的4.9倍。重要的原因之一一是受制于我国的能源构成的现状。这一情况不是短期内能够扭转的。

（2）不同的能源构成有不同的能源利用效率及不同的温室气体排放量。从本文67个国家和地区的能

源构成数据来看，我国这样一个人口大国，以煤为主的能源构成是唯一的国家。能源构成的状况不仅与发达国家相差甚远，在亚洲国家和地区中也甚为突出。在建设资源节约型和环境友好型社会中遇到的困难也必然最多，科技创新的要求也最高，缺乏先例的国家经验借鉴，科技效果要求的数量级很大。化石燃料仍是发展的主要基础，但以煤为主的构成必须调整。

（3）从本文提供的示例可知，各种能源的合理利用十分重要。美国2002年-2006年一次能源的消费流程是根据上世纪70年代石油危机后得到的经验逐步调整而形成的，新能源利用与能源的转换利用受到大规模发展时经济效益不佳的制约。自上世纪70年代世界石油危机后，在能源构成世界上出现了大量的新技术，至今未能广泛应用的原因就在这里。在我国也就是不能到处搞所谓的“形象工程”，脱离经济效益的技术不会有时代的生命力。

（4）本文涉及的不同燃料温室气体排放量计算中的问题等，世界各国至今仍在深入研究。本文的图2重新给了一些新概念，天然气链从生产、处理、储存、运输、分配和终端利用各个环节的排放量研究已有一定数据发表，寿命期评估（LCA）正在被大家所接受。

（5）本文所引用的资料均是本世纪以来值得研究的数据，从中可看出世界各国对本世纪能源构成的共同发展方向。在化石燃料中，由于天然气的碳/氢比较小，是唯一能满足节能、减排要求的燃料，常称为环境友好燃料。在世界各国的能源构成中，我国是所占比重最低的国家之一，改革开放以来的变化也很小。增加1 000亿m³的天然气，相当于1.2亿t的标准煤，按表2可算出燃料效率提高后的节能量和CO₂减排量。当今世界年消耗天然气约2.48亿m³，相当近29亿t标煤，在世界能源、减排中有举足轻重的作用，到2030年估计全球天然气消费料将达4.5亿m³-5亿m³。国际研究表明，加上可再生能源，新能源和其它减排措施后，全球CO₂的浓度可能降低到1990年水平的要求。本世界以来天然气已形成了较大的国际市场，发展天然气已成为各国应对气候变暖的首选方案。我国在国家“十二五”规划纲要中已有反映。

（6）我国进口天然气的主要障碍是气价的承受能力较低，不仅低于发达国家，也低于一些发展中

doi:10.3969/j.issn.1671-5152.2012.01.002

老小区居民楼前架空燃气管与“架空电线”安全距离适用规范的探讨

□ 泰州港华燃气有限公司 (225300) 卢宝林

摘要: 通过现行燃气及电力行业规范研读, 提出老小区燃气工程中楼前架空燃气管与楼前“架空电线”安全距离适用规范, 为老小区燃气工程设计及施工提供相关参考。

关键词: 楼前架空燃气管 楼前“架空电线” 安全净距 适用

1 前言

老小区燃气工程改造一直存在设计方案选择难、施工中经常遇到不可预见的协调问题、居民对安全的忧虑等问题。由于老小区地下管网的资料缺失、现状较差等因素限制, 小区庭院管楼前管普遍采用架空管设计, 减少了日后施工中与地下上下水、污水等可能发生的交叉。然而在施工中不可避免要处理其它架空管线(如: 强电居民配电线路, 弱电各种视讯电缆)的安全间距, 如何依据相关规范确认楼前架空燃气管线与沿楼靠墙敷设架空电线的安全间距, 居民及一些

专业设计人员存在不同意见。

本文依据燃气规范及相关电力规范条文, 对此问题做一个全面分析。

2 用户供电系统及相关名词解释

居民供电系统由10kV及以下架空配电线路, 通过接户线, 再由进户线进入用户室内。所有的配电线路应有杆塔结构作为支撑。

架空电力线路(overhead power line): 定义为“用绝缘子和杆塔将导线架设于地面之上电力线路”; (引

的国家。与我国经济发展中长期依赖低煤价的原因有关, 也与人民购买能力或内需扩大能力不足的情况相类似, 是一个值得深入研究的问题。

(7) 表7中某些国家工业用能中可再生能源所占的比重较高, 值得进一步研究。

参考文献 (除文中注明以外)

1 Report of Study Group 5.1 “WOC5” Gas Utilization

Industrial Study Group Report”, 24th World Gas Conference, Buenos Aires, Argentina, 5-9, 2009: 10: 8-10, 15-21

2 《Natural Gas Unlocking the Low Carbon Future》 International Gas Union (IGU) News, Views and Knowledge On Gas-worldwide, 2010 : 9

(文中引用的部分参考文献来自李猷嘉院士所提供的相关资料。)