

中国低碳发展报告

2015

Annual Review of Low-Carbon Development in China

中美两国2020年后 减排目标的比较

王海林 何晓宜 张希良

清华大学 -中国低碳发展报告编写组
Low-Carbon Development Research Group

B | Brookings-Tsinghua Center
for Public Policy
A Project of the John L. Thornton China Center

王海林，何晓宜，张希良，2015，中美两国 2020 年后减排目标的比较，中国人口资源与环境，2015 年第 6 期，<http://www.brookings.edu/btc>.

版权声明

《中国低碳发展报告 2015》的著作权属于作者和清华大学所有。

本报告中的论文和子报告都属于科学研究性质，转载请保持作品完整性，引用和转载请注明作者和来源（<http://www.brookings.edu/btc>）。

免责声明

《中国低碳发展报告 2015》中的论文或子报告反映了作者的当前判断，并不反映或代表作者所属单位的观点。此外，报告中的观点也不代表作者所属单位的政策建议或决策。清华大学-中国低碳发展报告编写组不承担本文及/或其内容的使用引起的任何责任。

中美两国 2020 年后减排目标的比较

王海林¹何晓宜 张希良²

(清华大学能源环境经济研究所 , 北京 100084)

摘要 :针对中美气候变化联合声明中公布的各自 2020 年后减排目标 , 本文通过情景分析的方法 , 测算了中美两国实现各自目标所需要采取的行动和努力 , 比较了两国在 GDP 碳排放强度下降、新能源和可再生能源发展规模、CO₂ 排放达峰时间及其所处发展阶段、以及电力部门减排四个方面的努力程度和效果。通过比较可以看到 , 在中美两国分别实现各自既定目标的情况下 , 中国单位 GDP 碳强度年下降率将达 4% , 其幅度高于美国在 2025 年减排 28% 目标下的年下降率 (3.59%) ; 中国的新能源和可再生能源发展也更为迅速 , 年均增速高达约 8% , 2030 年非化石能源总供应量可达 11.6 亿 tce , 约为届时美国非化石能源总供应量的 2 倍 ; 在 CO₂ 排放达峰值方面 , 中国实现 CO₂ 排放峰值时所处的发展阶段要早于美国达峰值时的经济社会发展阶段 , 中国在强化低碳发展目标下可在 2030 年左右实现碳排放达峰值 , 且峰值时人均 CO₂ 排放约 8t 水平 , 低于美国 CO₂ 排放峰值时的人均排放 19.5t 的水平 ; 在电力部门的减排努力方面 , 中国在未来比较高的电力需求背景下 , 2030 年可实现比 2011 年单位 kWh 的 CO₂ 强度下降 35% , 而美国同期则只需下降约 20% 即可实现其电力部门的减排目标。上述几项指标的比较更可突显中国 2020 年后的减排目标是非常宏伟且极具挑战的。在实现 2030 年减排目标的行动中 , 中国政府还需要进一步强化和细化新能源和可再生能源的发展目标 , 进一步分解和落实全国及各省市的减排目标和减排行动 , 持续推进节能与加强新能源技术的创新 , 在经济高速发展的同时协调好经济、能源和环境的问题 , 早日实现低碳发展和生态文明。

关键词 :减排目标 ; 中国和美国 ; 碳排放峰值 ; 电力部门减排

中国和美国是当今世界上最大的发展中国家和发达国家 , 也是最大的两个温室气体排放国。今年 APEC 会议期间 , 中美发表气候变化联合声明^[1] , 公布了各自 2020 年后的减排目标 , 美国计划于 2025 年实现在 2005 年基础上减排 26%--28% 的全经济范围减排目标并将努力减排 28% ; 中国计划 2030 年左右二氧化碳排放达到峰值且将努力早日达峰 , 并计划到 2030 年非化石能源占一次能源消费比重提高到 20% 左右 , 这一声明

注 : 本文引用自《中国人口资源与环境》 2015 年第 6 期。

¹作者简介 : 王海林 , 清华大学博士研究生 , 主要研究方向为能源系统工程。

²通讯作者 : 清华大学能源环境经济研究所教授、所长 , 主要研究方向为能源经济系统分析与管理。

基金项目 : 国家科技支撑计划课题 (编号 : 2012BAC20B07) 、国家社科基金重大项目 (编号 : 09&ZD029)

的公布引起了世界的广泛关注。本文对两国各自的目标进行比较分析，以便更好理解双方的减排努力与效果。

1. 中美两国减排 CO₂ 面临的形势

IPCC 第五次评估报告^[2]进一步肯定了温室气体排放以及其他人为驱动因子已成为自 20 世纪中期以来气候变化的主要原因。根据 IEA^[3]的统计（部门法），2011 年全球总共排放了 313.4 亿 tCO₂，其中中国和美国分别为 80.0 亿 tCO₂ 和 52.9 亿 tCO₂，总共占全球碳排放份额的 42.4%（中国为 25.5%，美国为 16.9%）。未来随着全球应对气候变化进程的持续推进和全球碳排放空间的日益紧缺，中美两国在应对气候变化减缓碳排放方面的行动和措施将越来越受到全世界的关注。

表 1 列出了中国和美国主要年份宏观发展指标。完成了工业化和城镇化进程后高度现代化的美国，经济社会发展步入了平稳时期，人民生活水平也相对较高；而正处在快速城镇化和工业化进程中的中国，经济保持着高速的增长，人民物质生活水平得到持续性改善。从 1971 年到 2011 年，美国 GDP 总量从 4.84 万亿美元增长到 14.68 万亿美元（2010 年美元不变价），增长了 3.0 倍，年均增速为 2.8%；同期中国 GDP 总量从 1970 年的 0.18 万亿美元增长到 2011 年的 6.48 万亿美元（2010 年美元不变价），增长了 36 倍，年均增速为 9.1%。在一次能源消耗总量和 CO₂ 排放总量方面，美国从 1971 年到 2011 年间分别增长了 1.4 倍和 1.2 倍，而中国同期则分别增加了 11.9 倍和 10.3 倍，中美两国处于不同发展阶段的特征十分明显。但由于中国人口约为美国的 4.3 倍，上述发展指标在人均水平方面存在着比较大的差距：人均 GDP 中国约为美国的十分之一，人均一次能源消费量约为美国的 1/4，人均碳排放约为美国的 1/3（2011 年）。

图 1 为美国和中国主要年份一次能源消费总量及结构图。美国一次能源消费总量从 1971 年到 2011 年增长了 1.4 倍，而中国一次能源消费总量从 1970 年到 2011 年增长了 11.9 倍。能源构成方面中美两国的差异十分明显，美国（2011 年）是煤炭占 21.3%、石油占 38.6%，天然气占 25.3%，其它新能源和可再生能源占 14.8%；中国（2011 年）是煤炭占 68.4%，石油占 18.6%，天然气占 5.0%，其它新能源和可再生能源占 8%。近年来，中国能源需求持续快速增长，以煤炭为主的能源结构给环境带来了一定的影响，包括化石能源开采造成的采空区塌陷，地下水污染，以及化石能源燃烧产生的雾霾天气。人们也逐渐意识到，无节制的消费化石能源为支撑的工业化发展道路是不可持续的，减少 CO₂ 为代表的温室气体排放是人类社会走向生态文明、实现可持续发展的必然之路。

表 1 中美两国主要年份宏观发展指标^[4-6]

Table 1 Selected development indicators in China and the United States

国别 (Country)	项目 (Item)	年份 (Year)				
		1971	1980	1990	2000	2011
美国	GDP (万亿美元 [*])	4.84	6.43	8.84	12.38	14.68
	人均 GDP (美元 [*])	23260	28339	35348	43915	47048
	CO ₂ 排放 (10 ⁶ t)	4357	4721	4768	5714	5433
	人均 CO ₂ 排放 (t/人)	20.95	20.80	19.07	20.26	17.41
	一次能源消费总量 (10 ⁶ toe)	1587	1805	1915	2273	2191
	人均一次能源消费量 (toe/人)	7.63	7.95	7.66	8.06	7.02
中国		1970	1980	1990	2000	2011
	GDP (万亿美元 [*])	0.18	0.33	0.81	2.19	6.48
	人均 GDP (美元 [*])	221	339	710	1727	4812
	CO ₂ 排放 (10 ⁶ t)	772	1467	2461	3405	7955
	人均 CO ₂ 排放 (t/人)	0.93	1.49	2.15	2.69	5.90
	一次能源消费总量 (10 ⁶ toe)	205	422	691	1019	2436
	人均一次能源消费量 (toe/人)	0.25	0.43	0.60	0.80	1.81

^{*}为 2010 年美元不变价

注：数据来自《中国统计年鉴 2013》, 《Handbook of Energy and Economic Statistics 2013》和世界银行网络数据库。

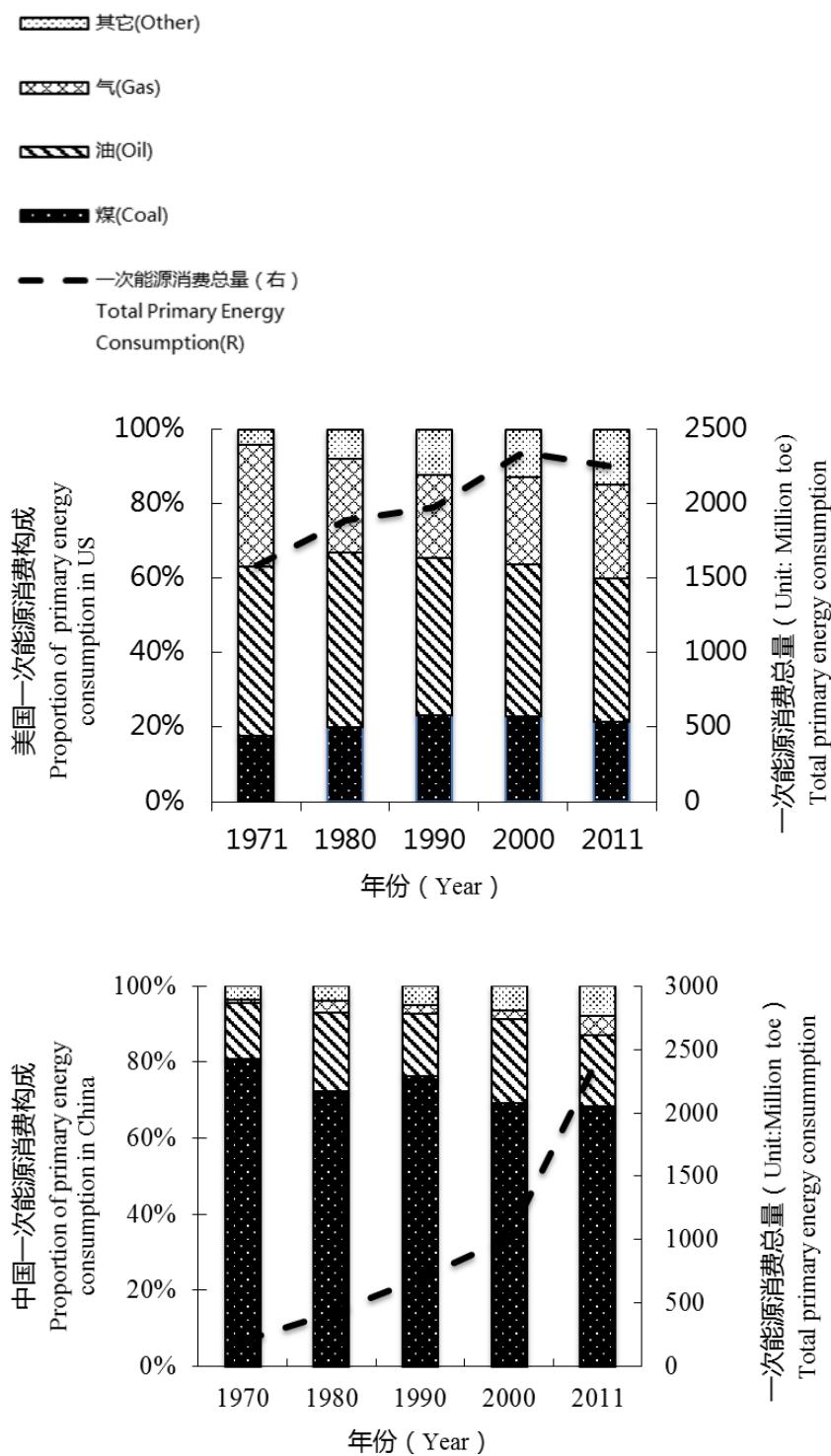


图 1 中美两国主要年份一次能源消费总量及结构^[4,5]
Figure 1 Primary energy supply mix in China and the United States

在 UNFCCC 和京都议定书框架下，中美双方在哥本哈根气候大会前后提出了各自 2020 年的减排目标。美国提出的目标是到 2020 年比 2005 年减少温室气体排放 17%；中国提出了符合我国发展阶段的自主减排目标，即到 2020 年单位 GDP 的 CO₂ 排放比 2005 年减少 40%--45%。美国提出的减排目标是绝对减排目标，中国提出的减排目标

是相对减排目标，两国减排目标的差异体现了《气候变化框架公约》中“共同但有区别的责任”原则。当前，两国在进一步确认完成2020年减排目标的基础上，提出了2020年后进一步加大减排力度的目标，这对于促进“德班平台”谈判在2015年巴黎气候大会上最终达成全球协议将起到积极的推动作用。

2. 中美两国 2020 年后减排目标情景比较

2.1 美国减排目标情景分析

2009年美国提出2020年比2005年实现减排17%的目标时，其参照的基准情景是美国2020年温室气体排放将比2005年增长5%，届时为实现17%的减排目标，实际上美国应做出比基准情景减排22%的努力。但是由于经济衰退的原因，实际上2011年温室气体排放比2005年已减少了近10%；当前以2011年的实际情况推测，到2020年美国的温室气体排放基准情景将比2005年的排放水平减少3%，实现该目标应比当初预想容易得多，届时需要实现的减排量约为8.59亿tCO₂e。为了实现2020年的减排目标，美国在2012年既有政策的基础上，又提出了新的政策措施，包括：实施清洁电力计划可减排3.83亿tCO₂，制定新的家电能效标准可减排2.19亿tCO₂，制定新的汽车能效标准可减排1.07亿tCO₂，其它非CO₂温室气体减排措施可减排1.5亿tCO₂e，这几项措施的效果即可保证17%减排目标的实现，对实现2020年减排目标的贡献率分别达44.5%，25.5%，12.5%和17.5%。如再考虑终端能源替代等因素，美国有可能到2020年实现比2005年减排20%，超额完成17%的减排目标，为其实现2020年后的减排目标奠定良好基础。

在刚刚发布的《中美气候变化联合声明中》，美国提出其在2020年后的减排目标是：到2025年实现在2005年基础上减排26%--28%的全经济范围减排目标并努力减排28%^[1]。根据美国这一减排目标以及其未来的发展预测，测算其2020年后的减排情景如表2所示。

表 2 美国 2020 年后的减排情景

Table 2 Post-2020 CO₂ mitigation scenarios in the United States

项目 (Item)	年份 (Year)				
	2005	2011	2020	2025	
GHG 减排目标 (2005 基年) (%)	—	6.45	17	26	28
减排目标下 GHG 排放 (MtCO ₂ e)	6197	5797	5144	4586	4462
GHG 的年减排率 (%)	2005 基年	—	1.11	1.23	1.49
	2011 基年	—	—	1.32	1.66
	2020 基年	—	—	—	1.85
GDP (2005 , 万亿美元)		12.56	13.3	16.75	18.77
GDP 年增长率 (%)	2005 基年	—	0.86	1.45	2.03
	2011 基年	—	—	2.60	2.49
	2020 基年	—	—	—	2.49
GDP 的 GHG 强度年下降率 (%)	2005 基年	—	2.04	3.11	3.45
	2011 基年	—	—	3.82	4.05
	2020 基年	—	—	—	4.47
GDP 的 GHG 强度比 2005 年下降 (%)		—	11.66	37.76	50.5
					51.8

注：数据基于 IEA 《CO₂ emissions from Fuel Combustion 2013》 和情景设计计算得到。

表 2 中给出了美国 2025 年减排 26% 和减排 28% 的努力目标情景。美国 2005--2011 年 GHG 排放年下降率为 1.11% , 2020 年实现比 2005 年减排 17% 目标下 , 2011--2020 年 GHG 排放的年均下降率也只为 1.32% 。如果美国实现 2025 年比 2005 年下降 26% 的减排目标 , 即比 2020 年的减排幅度增加 9 个百分点 , 那么 2020--2025 年均减排率将达 2.27% , 高于 2011--2020 年间温室气体排放年下降率水平。如果美国采取措施在 2025 年实现了比 2005 年减排 28% 的方案目标 , 即比 2020 年的减排幅度增加 11 个百分点 ,

那么 2020--2025 年间的年减排率将达 2.80%。也就是说，美国提出 2025 年的两个减排努力目标需要比实现 2020 年减排目标付出更大的努力，未来几年内还必须陆续推出进一步加强可作用于 2025 年减排目标的政策措施。

2.2 中国减排目标情景分析

中国在哥本哈根气候大会上提出的到 2020 年单位 GDP 的 CO₂ 排放比 2005 年减少 40%--45% 的自主减排目标，是相对的减排目标。其中单位 GDP 的 CO₂ 强度的计算方法是当年能源消费的 CO₂ 排放量与当年国内生产总值的比值，反映了实现单位国内生产总值所需要的 CO₂ 排放量^[7]。从 1990 年到 2011 年，我国国内生产总值的 CO₂ 强度下降了 54%，由于国内生产总值增长 8.0 倍，CO₂ 排放总量也增长 3.7 倍，快速的经济增长抵消了节能减排的效果，使 CO₂ 排放仍呈上升趋势。

我国提出到 2020 年非化石能源在一次能源构成中的比重从 2005 年的 7% 上升到 15%，非化石能源届时需要达到 7 亿 tce，单位能源消费的 CO₂ 排放因子可比 2005 年下降 10% 以上，也就是说，中国实现了非化石能源的发展目标，国内生产总值的能源强度只要下降 40% 左右，即年下降率为 3.3%，就可以实现国内生产总值碳强度下降 45% 的目标。中国减排目标的下降速度和幅度取决于国内生产总值能源强度下降速度和单位能源消费的 CO₂ 排放因子下降速度的叠加^[7]。

在刚刚发布的《中美气候变化联合声明中》^[1]，中国也进一步提出在 2030 年左右实现 CO₂ 排放达峰值，并努力早日达峰，同时也计划到 2030 年非化石能源占一次能源消费比重提高到 20% 左右。根据 2020 年和 2030 年减排目标和新能源发展目标，测算我国未来可能的强化低碳发展情景如表 3 所示。

表 3 中国实现 2020 和 2030 年目标的可能强化低碳发展情景

Table 3 China's accelerated low carbon development transformation scenario

项目 (Item)	年份 (Year)					
	2005	2010	2015	2020	2025	2030
GDP 增长指数	1.00	1.70	2.49	3.41	4.45	5.55
能源消费指数	1.00	1.38	1.69	1.99	2.27	2.46
CO ₂ 排放指数	1.00	1.34	1.58	1.74	1.89	1.97
GDP 能源强度指数	1.00	0.81	0.68	0.59	0.51	0.44
能源 CO ₂ 强度指数	1.00	0.97	0.93	0.87	0.84	0.80
GDP CO ₂ 强度指数	1.00	0.79	0.63	0.51	0.43	0.36
能源结构	煤炭 (%)	70.8	68.0	64.6	58.0	54.0
	石油 (%)	19.8	19.0	17.0	16.0	16.0
	天然气 (%)	2.6	4.4	7.0	11.0	12.0
	非化石能源 (%)	6.8	8.6	11.4	15.0	20.0
单位能耗 CO ₂ 强度 (kgCO ₂ /kgce)	2.29	2.23	2.14	2.01	1.92	1.84
GDP 能源强度 5 年年均下降率 (%)	4.13	3.43	2.97	2.75	2.75	
GDP 的 CO ₂ 强度 5 年年均下降率 (%)	4.66	4.22	4.21	3.63	3.52	

注：数据基于《中国统计年鉴 2013》和情景设计计算得到

从表 3 的情景中可以看出，我国为实现 2020 年自主减排目标，从 2005 年起，每年的 GDP 能源强度年下降率都要在 3% 左右，需要做出很大努力。不仅需要加大力度转变经济结构，同时也需要不断的提高能源利用效率和倡导节能。如果 2030 年中国实现了非化石能源比例达 20% 的目标，其非化石能源供应量即达约 11.60 亿 tce，比 2011 年的 2.68 亿 tce 增长 4.3 倍，净增 8.92 亿 tce，年均增速为 8.0%。非化石能源这一持续高速的年增速是史上绝无仅有的，充分体现出我国在应对气候变化领域的决心和努力。

3. 中美两国 2020 年后减排努力和效果比较

3.1 单位 GDP 碳排放强度比较

美国到 2025 年在其减排目标分别为 26% 或 28% 情景下单位 GDP 的 GHGs 排放强度比 2005 年下降幅度分别为 50.5% 和 51.8%，年下降率分别为 3.45% 和 3.59%。而我国未来可能的强化低碳发展情景，单位 GDP 的 CO₂ 排放强度到 2030 年比 2005 年下降 64%，年下降率为 4%。以单位 GDP 排放强度下降幅度衡量，我国未来单位 GDP 的减排目标将高于美国。

3.2 新能源和可再生能源发展比较

美国清洁电力计划是其实现 2020 年减排目标的最主要措施，但其新能源和可再生能源的发展速度和规模则远不及中国。中国 2030 年非化石能源比例将达 20%，届时非化石能源供应量约为 11.60 亿 tce，比 2011 年净增 8.92 亿 tce，年均增速达 8.0%。美国 2011 年非化石能源供应量为 4.38 亿 tce，到 2030 年将达 5.5--6.0 亿 tce，净增长量不足 2 亿 tce，年均增速仅为 1.2%--1.7%。非化石能源供应量 2011 年美国是中国的 1.6 倍，而到 2030 年中国将是美国的 2 倍。中国 2011 年到 2030 年新增非化石能源装机将超过 8 亿 kWh，约为美国 4 倍。美国未来能源替代的速度和规模远低于中国的水平。

3.3 CO₂ 排放峰值比较

美国能源消费及相应 CO₂ 排放均在 2005 年已达到峰值^[8]，2005 年美国人均 GDP 为 4.72 万美元（2010 年不变价），一次能源消费为 33.31 亿 tce，人均 11.2tce，相应 CO₂ 排放量为 57.7 亿 tCO₂，人均 19.5t。2005--2011 年 GDP 年均增速为 0.86%，其单位 GDP 碳排放强度下降率在只有 2.05% 情况下就实现了绝对减排。中国如在 2030 年前后实现 CO₂ 排放达峰值目标，由于峰值时所处发展阶段远早于美国峰值时所处的发展阶段，届时 GDP 潜在年增长率仍将达 4%--5%，达峰值后即使处于排放的平台期，单位 GDP 的 CO₂ 强度年下降率也必需达 4.5% 左右，才能使 CO₂ 排放不再增长。届时 GDP 的碳强度年下降率要远大于美国峰值时和今后的下降水平。我国 CO₂ 排放峰值时人均

排放约 8t，也远低于美国的人均排放水平。美国 2005--2011 年能源消费量已下降 5.5%，即使按基准情景预测，到 2020 年能源需求量也基本与 2005 年持平，其节能和能源结构改善的效果即可实现 CO₂的绝对减排。而中国 2030 年后能源需求仍将持续上升，年均增速仍将维持 1.5%左右，需要非化石能源的快速增长以满足总能源需求的增加，而使化石能源消费不再增长，因此 2030 年前后每年需新增的非化石能源供应量即达约 1 亿 tce。美国从 2005--2011 年新增非化石能源供应量仅 0.54 亿 tce，年均不足 0.1 亿 tce，到 2030 年也只比 2011 年新增不到 2 亿 tce，年均也只增加约 0.1 亿 tce。我国 2030 年前后为实现 CO₂排放峰值时每年新增加的非化石能源的供应量将达美国峰值时和其后相当长阶段内每年新增非化石能源供应量的 10 倍左右。因此，中国 CO₂排放达到峰值需比美国付出更大努力。

3.4 电力部门减排目标和效果比较

2014 年 6 月 2 日美国环保局发布了“清洁电力计划”（草案），提出对现有电厂减排 CO₂的目标和措施：即到 2030 年全国电力部门的 CO₂排放比 2005 年减少 30%，并将由州与联邦合作实施，各州可以通过改善能源构成、提高能效和需求侧管理来实现各自的目标和需求。

美国 2005 年发电量 4.29 万亿 kWh，电力部门 CO₂排放量为 24.5 亿 tCO₂，CO₂排放强度为 574gCO₂/kWh。到 2011 年，发电量达 4.35 万亿 kWh，比 2005 年增加 3.3%。由于天然气和可再生能源发电比例增加，燃煤发电比重由 2005 年的 50.2% 下降为 43.1%^[9]，每度电的 CO₂排放强度降低为 503gCO₂/kWh，下降 12.4%，超过发电量增长速度。因此，2005--2011 年电力部门 CO₂排放量下降到 21.88 亿 tCO₂，下降 10.7%。美国 2030 年实现比 2005 年下降 30% 目标，实际上只需比 2011 年下降 21.6%。

美国电力部门 CO₂排放到 2030 年比 2005 年减排 30%，需减排 7.35 亿 tCO₂，2011 年已比 2005 年减排 2.62 亿 tCO₂，因此从 2012 年开始只需再减 4.73 亿 tCO₂。其途径主要有：①节能和需求管理，降低电力需求，减少煤电供应量；②进一步用天然气和可再生能源电力替代煤电，降低发电部门的 CO₂强度。因此都将通过减少燃煤发电来实现。

2005-2011 年美国-能源总需求下降 5.5%，但电力需求则上升 3.3%。该计划中也提到将通过电力系统提高能效和减少需求可减少 8% 的电费，因此 2030 年电力总需求应

低于 2011 年，发电量下降应该能够为实现减排做出贡献。为分析未来新能源发展需求，假设 2030 年发电量与 2011 年相当，那么必须用天然气和非化石能源替代煤电。美国 2011 年燃煤发电 1.875 万亿 kWh，比 2005 年 2.154 万亿 kWh 已下降 13.0%。如果 2011--2030 年煤电减少量由天然气和非化石能源各自承担 50% 的替代比例，那么到 2030 年天然气和非化石能源的发电量分别要增加 0.336 万亿 kWh，减少煤电装机约 1.5 亿千瓦，煤电发电量要比 2011 年下降 35.8%，煤电在发电量中比例也将下降到 28%，天然气和非化石能源发电装机分别需增加 0.5--1.0 亿千瓦。如果全部用非化石能源替代煤电，则新能源和可再生能源装机则需增加 1.5--2.0 亿千瓦，减少煤电装机约 1.2 亿千瓦，燃煤发电量比 2011 年下降 28.1%，煤电在发电量中的比例也将下降到 31%。

中国 2005 年发电量 2.50 万亿 kWh，电力部门 CO₂ 排放量为 21.7 亿 tCO₂，CO₂ 排放强度为 869gCO₂/kWh。到 2011 年，发电量达 4.72 万亿 kWh，比 2005 年增加近 90%。燃煤发电比重由 2005 年的 81.8% 上升到 82.5%，由于大型发电机组的推广和节能减排技术的实施，每度电的 CO₂ 排放强度降低为 764gCO₂/kWh，下降了 12.4%，远低于发电量增长速度。因此，2005--2011 年电力部门 CO₂ 排放量从 21.7 亿 tCO₂ 升高到 36.1 亿 tCO₂，增加了 66%。

2030 年中国发电量需求将达 8--10 万亿 kWh，为中国 2011 年发电量的 2 倍，年均电力需求增加量为 2.8%--4% 的水平，分别由煤电和非化石能源发电来共同实现。其中煤电在发电中的比重将下降到约 60% 左右的份额，这意味着非化石能源供应量将保持更高的发展速度，年均增速达到约 8% 的水平。届时中国单位电量的碳强度将低于 500gCO₂/kWh，但由于煤电比例仍然很高，其单位电量的碳强度高于美国。中美两国电力部门 CO₂ 排放相关指标比较如表 4 所示。

表 4 中美电力部门 CO₂ 排放相关指标比较

Table 4 Comparison of CO₂ emissions indicators in the power sector in China and the United States

项目 (Item)	美国 (US)			中国 (China)		
	2005 年	2011 年	2030 年	2005 年	2011 年	2030 年
发电量 (万亿 kWh)	4.29	4.35	约 4.35	2.50	4.72	8-10
燃煤发电量 (万亿 kWh)	2.154	1.875	1.20-1.35	2.05	3.90	5.0-6.0
煤电比例 (%)	50.2	43.1	28-31	81.8	82.5	约 60
非化石能源发电比例 (%)	约 28	30	38-42	18.0	17.5	约 40
非化石能源供应 (亿 tce)	3.84	4.38	5.5-6.0	1.38	2.78	11.6
单位电量的 CO ₂ 强度 (gCO ₂ /kWh)	574	503	约 400	869	764	<500
电力部门 CO ₂ 排放 (亿 tCO ₂)	24.5	21.9	17.1	21.7	36.1	40-50
非化石能源供应年增长率 (%)	—	2.2	1.2-1.7	—	8.85	约 8.0
单位电量 CO ₂ 强度年下降率 (%)	—	2.2	1.3	—	2.12	2.20
电力部门 CO ₂ 排放年增长率 (%)	—	-2.17	-1.20	—	8.8	0.5-1.7
新增非化石能源装机 (亿 kW)	—	—	1-2	—	—	8-10

注：源于 EIA 网站电力部门统计、《中国能源统计年鉴 2013》以及情景设计计算得到

从上述分析可见，美国所制定的目标对能源替代的速度是较缓慢的。与 2011 年相比，中国 2030 年非化石能源供应量将增加约 9 亿 tce，年均增速将达 8% 左右；水电、核电、风电、太阳能发电等装机将增加 8-10 亿千瓦；每度电的 CO₂ 排放强度将下降约 35%（如图 2 所示），年下降率达 2.2%，均远高于美国的设想。尽管我国新能源和可再生能源发展的速度和规模远大于美国，但由于 2030 年电力需求将约为 2011 年 2 倍，今后相当长时期内非化石能源新增供应量尚不能满足电力总需求的增长，且又无充足的天然气供应，所以未来煤电仍会有所增加。即使 2011-2030 年期间新增非化石能源装机将达美国新增装机的 4-6 倍，能源结构调整力度远大于美国，但 CO₂ 排放仍会增长约 30%，但增速将逐渐趋缓，电力部门 CO₂ 排放将在 2030 年左右趋于峰值。

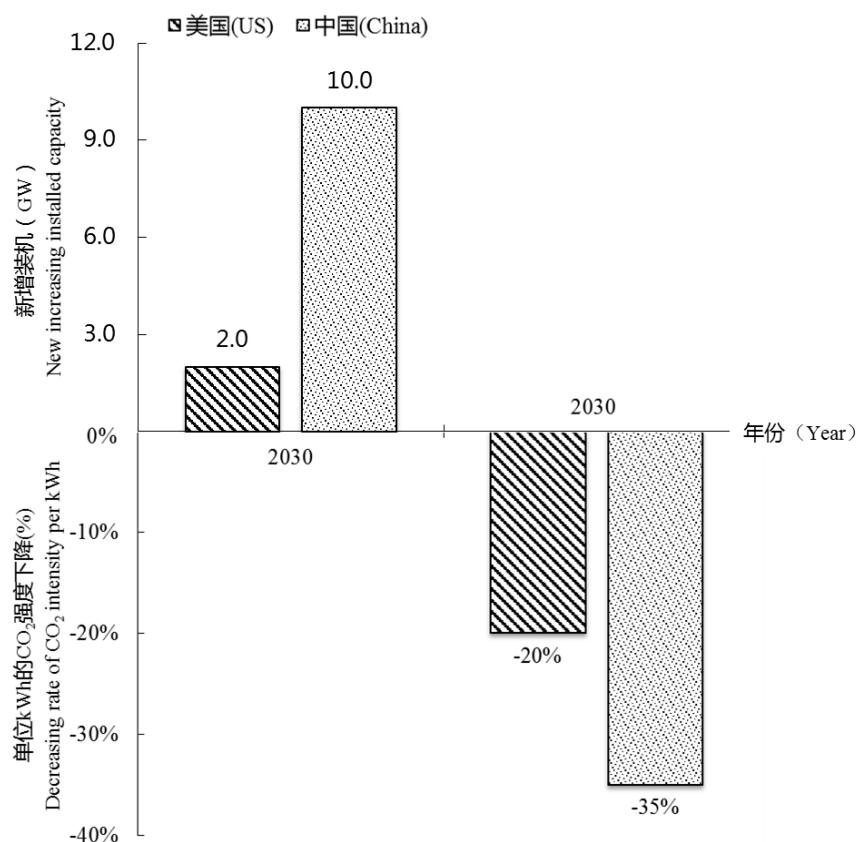


图 2 中美两国 2030 年新增装机和单位 kWh 的 CO₂ 强度比 2011 年的下降水平

Figure 2 The cumulative increased capacity of non-fossil electricity by 2030 and the reduction in CO₂ emission per kWh from 2011 to 2030 in China and the United States.

4. 结论

中国人口众多，能源资源以多煤少油少气为主，但在应对气候变化减排温室气体的努力方面，展现出了非凡的积极性和主动性。我国提出 CO₂ 排放尽早达峰值目标，需要中国在完成工业化和城市化进程中实现跨越式发展，在经济保持较高速的增长过程当中实现碳排放达峰值，该过程早于美国等发达国家 CO₂ 排放达峰值所处的发展阶段；中国提出的新能源和再生能源发展目标，即要在相当长一段时期内实现新能源和可再生能源年均约 8% 的增长水平，这在人类历史中是绝无仅有的。在单位 GDP 碳排放下降强度以及电力部门减排努力等方面，中国也需要比美国付出更大的努力和行动。为实现这一目标，中国政府不仅要统筹好全局，全面完善和落实新能源和可再生能源的发展规划，将 CO₂ 的减排目标逐级分解和细化到各省、市中去，而且要持续推进新能源技术的普及和推广，倡导更加低碳的生活方式和消费模式。在这样的共同努力下，中国将会早日实现从工业文明到生态文明的跨越式发展。

参考文献：

- [1]. 新华社.中美气候变化联合声明(全文)[N/OL].北京:新华网,2014-11-13[2014-12-04].
[http://news.xinhuanet.com/energy/2014-11/13/c_127204771.htm.](http://news.xinhuanet.com/energy/2014-11/13/c_127204771.htm) [Xinhua News Agency, U.S.-China Joint Announcement on Climate Change[N/OL], Beijing: Xinhuanet, 2014-11-13[2014-12-04]. [http://news.xinhuanet.com/energy/2014-11/13/c_127204771.htm.\]](http://news.xinhuanet.com/energy/2014-11/13/c_127204771.htm)
- [2]. IPCC.AR5 Synthesis Report[R].2013:3-5.
- [3]. IEA. CO₂ Emissions From Fuel Combustion 2013[M].France: Paris Cedex,2014: II.4-II.6
- [4]. EDMC. Handbook of Energy and Economic Statistics 2013[M]. Japan: The Energy Conservation Center. 2014:290-310.
- [5]. 中华人民共和国国家统计局编.中国统计年鉴 2013[M].北京：中国统计出版社,2014: 2-3, 3-1, 8-2.[Complied by National Bureau of Statistics of China, China Statistical Yearbook 2013[M]. Beijing: China Statistics Press, 2014: P2-3, 3-1, 8-2.]
- [6]. World Bank. CO₂Emissions [EB/OL]. [2014-12-1][http://databank.shihang.org/data/views/reports/tableview.aspx#.](http://databank.shihang.org/data/views/reports/tableview.aspx#)
- [7]. 何建坤.我国 CO₂ 减排目标的经济学分析与效果评价[J]. 科学学研究, 2011,29(1):9-17. [He Jiankun, Economic Analysis and Effectiveness Evaluation on China's CO₂Emission Mitigation Target[J]. Studies in Science of Science,2011,29(1):9-17.]
- [8]. 何建坤. CO₂ 排放峰值分析:中国的减排目标及对策[J].中国人口资源与环境,2013, 23(12):1-9.[He Jiankun, Analysis of CO₂emissions Peak: China's Objective and Strategy. China Population, Resources and Environment,2013, 23(12): 1-9.]
- [9]. 何建坤, 中国能源革命与低碳发展的战略选择[J].武汉大学学报:哲学社会科学版) , 2015, 68(1): P1-8.[He Jiankun, The Strategic Choice of Chinese Energy Revolution and Low Carbon Development [J]. Wuhan University Journal: Philosophy & Social Sciences, 2015, 68(1): P1-8.]

A Comparative Analysis of the Post-2020 CO₂ Emission Reduction Target

Set by China and the United States

Wang Hailin He Xiaoyi Zhang Xiliang

Institute of Energy, Environment and Economy, Tsinghua University, Beijing, 100084

Abstract:

China and the United States have recently released their post-2020 CO₂ emission reduction targets under their *Joint Announcement on Climate Change*. To have a better understanding of the commitments of the two nations, we calculate and compare the efforts and/or actions that the nations would need to take to achieve the targets in terms of carbon intensity reduction rate of the economy, scale of new and renewable energy applications, the development stage where CO₂ emission would need to peak, and power sector decarbonization rate. We have found that, under the circumstances of above two countries to honor their commitment, China would need to have a higher rate of reduction in carbon intensity of the economy (annually around 4%) which is higher than United States (annually around 3.59%) based on its 28% target. China would also need to take more accelerated efforts to promote new and renewable energy development and deployment than the United States. China's new and renewable supply will need to maintain an annual growth of 8% on average, and reach 1.16 billion tons of coal equivalent (tce) in 2030, approximately twice of the amount in the United States. China will also need to achieve its CO₂ emission peaking in an earlier development stage and at a much lower per capita CO₂ emission (about 8t/person) than the United State did (19.5t/person). It is projected that China will need to lower the carbon emission per kWh in its power sector by 35% from 2011 to 2030 to achieve its target while the United States only by 20% over the same period. According to our comparative analysis, China's post-2020 CO₂ emission reduction target is very ambitious and challengeable to achieve. The government should take positive efforts to achieve this target. The efforts not only includes to strengthen and to refine the development planning of new and renewable energy, to decompose the reduction target and action to provinces and cities, but also includes promoting energy saving and improving technological innovation of new and renewable energy. After coordinating the economy, energy and the environment in rapid economic and social development, China will early realize low-carbon development and ecological civilization.

Key wards: carbon emission reduction target; China and the United States; CO₂ emission peak; carbon emission reduction in power sector.