

Z650方案在中国实现的可行性分析

张阿玲 清华大学教授

2014年11月

报告提纲

- 一、Z650方案简介
- 二、分析工具选取和介绍
- 三、分析思路和情景设定
- 四、模型分析结果
- 五、结论及建议

一、Z650方案简介

- 21世纪全球碳累计总排放量为6500亿吨（650GtC）；
- 22世纪中期全球实现碳的零排放；
- 据日本全球能源系统优化模型（**Global Relationship Assessment to Protect Environment, GRAPE**）计算结果，为实现上述目标，需使2050年全球碳排放在2005年基础上减少25%，其中：2050年发达国家碳排放比2005年降低50%，2050年发展中国家碳排放比2005年增加10%；

- 据日本全球能源系统优化模型（**Global Relationship Assessment to Protect Environment, GRAPE**）计算结果，中国碳排放需遵循以下路径：

年份	2005	2015	2020	2030	2040	2050
各年份排放量与2005年之比	1	1.38	1.48	1.48	1.05	0.82

二、分析工具的选择和介绍

- 能源系统模型在能源活动水平和CO₂排放分析方面具有优势
- 清华能源系统优化模型（TH-ESOM）简介：
 - 建立在参考能源系统基础之上，是跨时段线性优化模型
 - 目标函数是计算时期内能源系统总费用的基年折现值
 - 应用GAMS优化算法求解能源系统总费用最小化的能源总量、结构和技术路线

TH-ESOM的功能和特点

- TH-ESOM的功能：
 - 进行能源规划并反映能源活动CO₂排放
 - 与经济模型联接，形成3E模型，分析能源-环境-经济复杂系统问题
- TH-ESOM的特点：
 - 能载体、技术等定义、分类和计量中国化
 - CO₂排放约束设置灵活化（总量或者分部门）

TH-ESOM的输入和输出



模型涉及的能源技术

- 模型涉及5种可再生能源采集技术、6种化石能源开采技术、9种能源进口技术、69种能源转换技术、123种能源终端利用技术。
- 每种技术而言，数据库中对技术特性描述包括：开始起用的时间、寿命期、基年初始容量（基年没有投入使用的技术的初始容量为0）、单位容量投资额、单位产出的固定成本和可变成本、单位产出的能载体投入量，以及单位产出中各种产出的比例关系等。

模型考虑的能源终端需求

- 模型的终端需求(5部门，29种)
 - 农业部门
 - 农业机械
 - 工业及建筑业
 - 高耗能部门：水泥、合成氨、铝、造纸和钢铁，占工业总能耗的50%
 - 其它部门：其它工业过程热、其它工业原料，其它工业用电
 - 交通运输部门
 - 旅客运输：航空客运，铁路客运，水路客运，公共交通，轿车
 - 货物运输：航空客运，铁路客运，水路客运，公路交通，管道
 - 商业及服务业
 - 制冷、照明/电器、供暖/热水。
 - 居民生活部门
 - 制冷、采暖、炊事/热水、照明及其它家用电器

终端需求的预测



模型运行设置

- 运行时期
 - 基年为2010年，每5年为一个时期，规划期为2015~2050年
- 折现率：8%
- 模型输入量：基于社会、经济、产业、人口发展规模和结构，预测得来2015~2050年的能源服务需求量
- 设置模型情景变量：年度碳排放总量、年度分部门碳排放量（工业、发电、交通、农业、商业服务业、发电部门）

三、分析思路和情景设定

- 采用清华大学能源系统优化模型（TH-ESOM）对前述减排路径进行定量评价，分析该减排路径的可行性及影响；
- 设定2个情景进行比较分析：
 - 一是基准情景，考虑既有的政策和技术进步，但不采取专门针对气候变化的对策，不设置碳减排约束；
 - 二是减排情景，按前述减排路径设置碳排放限制。

- 前述基准情景、减排情景遵循以下相同的假定：

年份	GDP (2005 年价, 亿元)	GDP增长 率 (%)	第一产 业比重 (%)	第二产业 比重 (%)	第三产业 比重 (%)	总人口 (亿人)	城市化率 (%)
2010	294936	10	10.1	49.2	40.7	13.6	49.2
2020	580185	6.89	6.8	48.7	44.5	14.44	61.2
2030	1039024	5.69	4.3	45.5	50.2	14.65	72.2
2040	1613566	4.17	3.2	40.6	56.2	14.65	74.9
2050	2276094	3.31	2.4	36.4	61.2	14.4	75.4

- 基于相同的经济、产业、人口总量和结构假定，基准情景和减排情景下各年份的能源服务需求预测值分别相同；
- 情景描述：

情景	情景描述
基准情景	充分考虑当前既有的节能减排政策措施，但不采取专门针对气候变化的对策，不设置强制减少排放的约束。
减排情景	设置排放约束，排放约束遵循GRAPE模型计算的中国排放路径，能源技术效率、成本等与基准情景一致。

四、模型分析结果

- 增（减）排率比较（+表示增排，-表示减排）

年份	2015	2020	2030	2040	2050
基准情景相对于2005年水平的增(减)排率	(+) 62%	(+) 78%	(+) 117%	(+) 133%	(+) 153%
减排情景相对于2005年水平的增(减)排率	(+) 38%	(+) 48%	(+) 48%	(+) 5%	(-) 18%
减排情景相对于基准情景的增(减)排率	(-) 15%	(-) 17.1%	(-) 31.9%	(-) 54.9%	(-) 67.5%

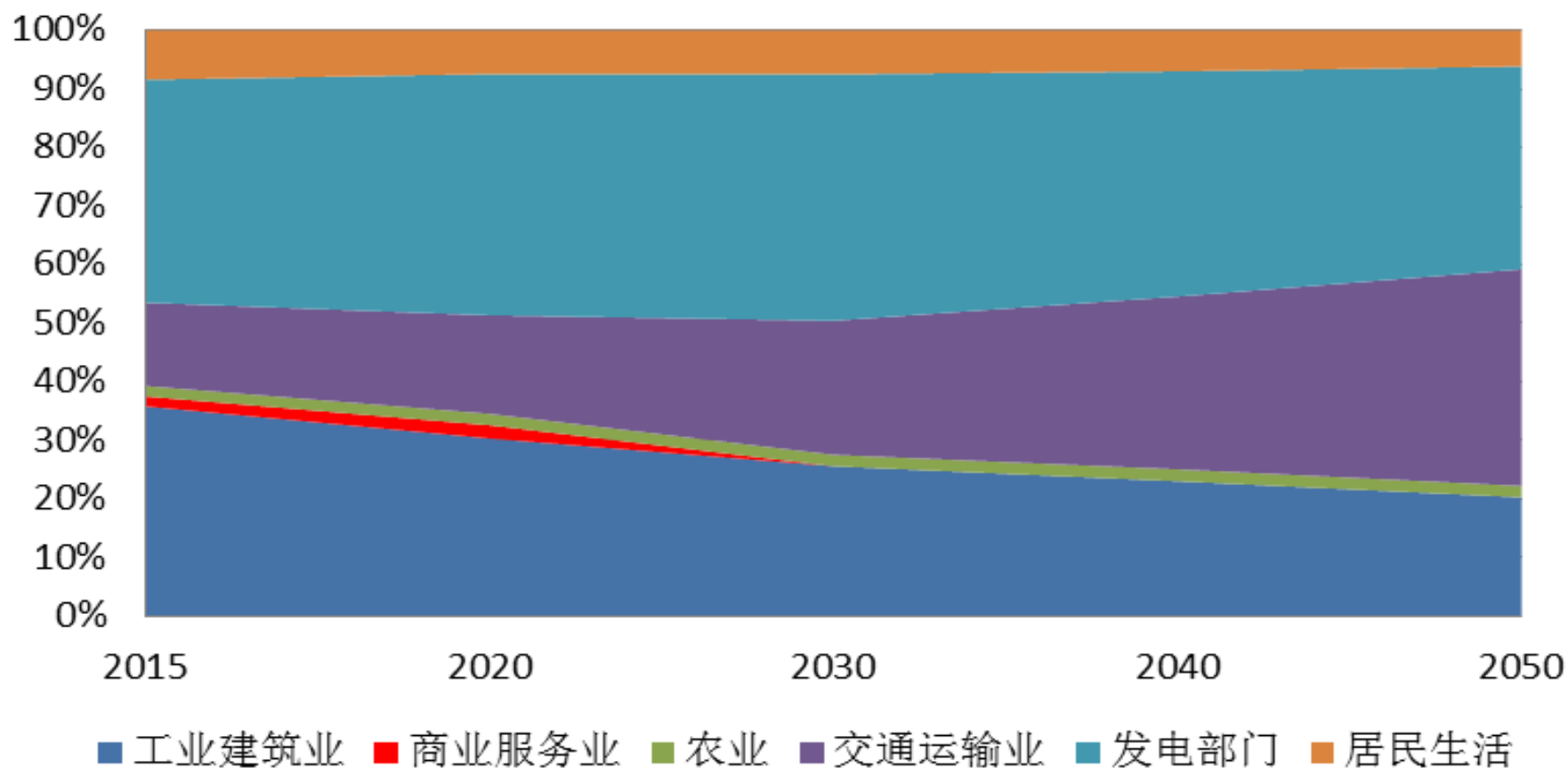
基准情景和减排情景一次能源消费总量（亿吨标煤）

情景	2015	2020	2030	2040	2050
基准情景	38	43	56	59	62
减排情景	37	41	55	54	53

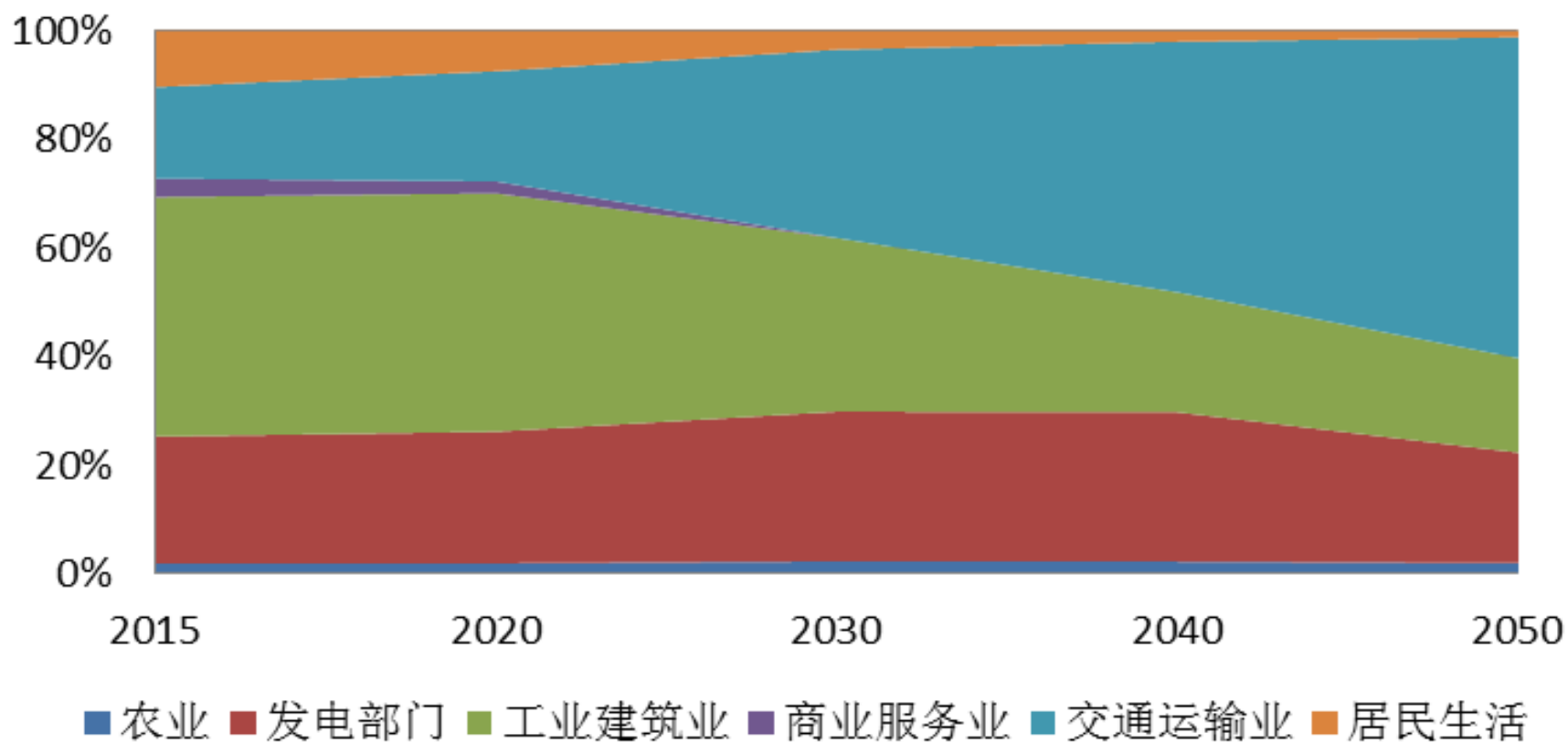
- 减排情景与基准情景相比，以下低碳技术在技术结构中的占比有了显著提升：
 - 一是大型集中供能技术，如煤气化联合循环技术、超临界发电技术、超超临界发电技术、并网风电、太阳能并网发电、核电、生物质发电等；
 - 二是分散小规模和分布式能源技术，离网风电、居民户用太阳能电池、分散小规模地热供热、太阳能热水器等。

四、模型分析结果

基准情景下碳排放部门构成 (%)



减排情景下碳排放部门构成 (%)



碳排放部门构成分析

- 农业、居民生活、商业服务业部门在碳排放总量中占比小且相对稳定，这两个部门的减排潜力和贡献较小；
- 发电部门、工业建筑业、交通运输业是碳排放的主要贡献部门；
- 随着人们生活水平的提高，客流、物流更趋频繁，未来时期交通运输业部门碳排放贡献呈增加趋势。

五、结论及建议

- （一）工业、发电和交通是中国能源活动碳排放的主要部门，该3个部门的碳排放量占据中国能源活动碳排放总量的比重超过85%。为应对气候变化和环境问题，中国亟需加大该3个部门的节能减排力度。
- （二）中国在工业、发电、交通领域的能源利用技术效率与发达国家还存在差距，相关先进能源技术的投资成本较高，这制约了中国能源转型和低碳发展的步伐。但中国经济平稳增长，人口众多，国内市场广阔，能源需求强劲，在低碳能源技术方面有着良好商业前景和利润空间。

- （三）日本等发达国家在工业、发电、交通等领域具有较为先进成熟的高效清洁能源利用技术，但受限于国内市场较小，相关技术在国内商业应用规模和利润空间较为有限。
- （四）日本等发达国家在高效清洁能源利用技术的研发方面积累了较为扎实的基础，创新创造能力强。而在这方面中国依然薄弱。

- （五）中国同发达国家应转变思维，加强合作，采用政府推动、民间对接的方式，共同探索新的国际合作模式，加快促进发达国家高效清洁能源利用技术向发展中国家转移，一方面为发达国家先进成熟的能源技术开拓更大的商业市场、赢得更多的商业利益，另一方面也有助于发展中国家节约能源转型的投入成本、有效应对环境危机，同时也为应对全球气候变化做出积极贡献。

- （六）现有的国际合作减排机制存在不足。就CDM而言，其定价权、核心话语权掌握在发达国家手中，且运作成本高昂，作为发达国家和发展中国家之间的合作减排机制，它不具备大规模发展推广的前景，在促进发展中国家低碳发展和全球减排方面作用有限。

- (七) 要进一步总结“共同执行活动”(AIJ)、联合履约(JI)、清洁发展机制(CDM)和排放贸易(ET)等灵活减排机制的实施经验,探索建立发达国家同发展中国家之间的技术转移和合作减排机制,以及发展中国家内部的技术转移和合作机制。应鼓励和探索民间商业合作的模式,既为发展中国家节约低碳发展、能源转型的探索成本和投入,也为发达国家拓宽市场和赢得利润。

谢谢大家！